DIE

GESCHLECHTER-VERTHEILUNG

BEI DEN PFLANZEN

UND DAS

GESETZ DER VERMIEDENEN UND UNVORTHEILHAFTEN STETIGEN SELBSTBEFRUCHTUNG.

VON

FRIEDRICH HILDEBRAND.

MIT 62 FIGUREN IN HOLZSCHNITT.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1867.

DIE

GESCHLECHTER-VERTHEILUNG

BEI DEN PFLANZEN

UND DAS

GESETZ DER VERMIEDENEN UND UNVORTHEILHAFTEN
STETIGEN SELBSTBEFRUCHTUNG.

VON

FRIEDRICH HILDEBRAND.

Nature tells us in the most emphatic manner that she abhorrs perpetual selffertilisation.
No hermaphrodite fertilises itself for a perpetuity of generations.

DARWIN.

MIT 62 FIGUREN IN HOLZSCHNITT.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1867.

Inhalt.

Die erste und älteste Kenntniss von der Geschlechtlichkeit der Pflanzen beschränkte sich auf solche Gewächse, deren weibliche und männliche Organe nicht in einer Blüthe vereinigt, sondern getrennt in verschiedenen Blüthen, entweder auf demselben oder auf verschiedenen Pflanzenstöcken sich befinden. In diesen Fällen lag es auf der Hand, dass eine Selbstbefruchtung nicht stattfinden konnte, der Blüthenstaub konnte nur von den männlichen Organen der einen Blüthe auf die weiblichen der anderen zum Behufe der Fruchtbildung getragen werden. An diese Kenntniss, die jedoch in ihren Anfängen oberflächlich und in ihrer Richtigkeit nicht im Entferntesten erwiesen, schloss sich erst im vergangenen Jahrhundert die Beobachtung der sogenannten Zwitterblüthen, bei denen beide Geschlechter sich vereinigt finden. Es waren hiernach dreierlei Arten von Blüthen dem Geschlechte nach bekannt: männliche, weibliche und zwittrige.

Bei diesen letzteren nahm man nun ohne Weiteres an, dass sie sich selbst bestäubten und befruchteten, was bei der grossen gegenseitigen Nähe der in einer Blüthe vereinigten beiden Geschlechter die einfachste Art der Befruchtung zu sein schien; wenigstens finden wir bei Linné, Koelreuter und Anderen die Geschlechtlichkeit der Pflanzen auf experimentellem Wege beweisenden Naturforschern keine Andeutung davon, dass sie nicht an die Befruchtung aller Zwitterblüthen mit ihrem eigenen Staube geglaubt — abgesehen von den Forschern, welche wie Pontedera oder Tournefort überhaupt gegen die Pflanzengeschlechtlichkeit eiferten. Erst am Ende

des Jahrhunderts wurde durch C. K. SPRENGEL[1]) das eigenthümliche Verhältniss der Dichogamie in den Zwitterblüthen entdeckt[2]), welches darin besteht, dass die beiden Geschlechter, obgleich in einer und derselben Blüthe befindlich, sich nicht zu gleicher Zeit entwickeln, wodurch natürlich der Selbstbestäubung und Selbstbefruchtung[3]) ein grosses Hinderniss bereitet wird. Die weitere Entdeckung SPRENGEL's, dass bei diesen Blüthen namentlich die Insecten zur Bestäubung thätig sind, indem sie den Staub von der einen Blüthe auf die Narbe der anderen bringen, zeigte, dass hier in der That eine Bestäubung der Blüthen untereinander, eine Fremdbestäubung statt hat.

Es wurde jedoch dieses Gesetz von SPRENGEL noch nicht vollständig und hinlänglich in seiner wichtigen Allgemeinheit erkannt und ausgeführt, und erst gar die späteren Erforscher der Pflanzenbefruchtung nahmen auf diesen Punct gar keine Rücksicht; sie hielten es für selbstverständlich, dass bei Zwitterblüthen der Pollen nothwendig auf die Narbe der Blüthe, in welcher er entstanden, geriethe. Nur HENSCHEL[4]) stellte in dieser Beziehung eine Menge von Untersuchungen und Beobachtungen an, die freilich einen ganz anderen Zweck hatten, indem sie die Lehre von der Pflanzengeschlechtlichkeit beseitigen wollten. Heute ist es interessant diese als Widerlegungen der Pflanzengeschlechtlichkeit niedergeschriebenen Beobach-

---

1) C. K. SPRENGEL, Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen. Berlin 1793.

2) PONTEDERA kannte zwar die Dichogamie bei den Umbelliferen, deutete sie aber ganz falsch und wusste sie nicht zu würdigen.

3) Wir wollen hier sogleich auf den Unterschied von Selbstbestäubung und Selbstbefruchtung aufmerksam machen: die Selbstbestäubung, der Vorgang, wo der Pollen von einer Zwitterblüthe auf die Narbe derselben Blüthe gelangt, zieht nicht immer, wie wir später sehen werden, die Selbstbefruchtung, eine Fruchtbildung in Folge der Selbstbestäubung, nach sich. Die Selbstbestäubung kann eine in der Organisation der Blüthe selbst begründete sein, oder durch äussere Einflüsse — Insecten, Wind, den Experimentator — herbeigeführt werden. Der Selbstbestäubung gegenüber steht die Fremdbestäubung, eine Bestäubung, vorgenommen zwischen den Geschlechtsorganen verschiedener Blüthen einer und derselben Pflanzenart.

4) HENSCHEL, Von der Sexualität der Pflanzen. Breslau 1820.

tungen zu lesen; sie sind zum grossen Theil richtig, haben aber eine ganz falsche Deutung erfahren: sie beweisen nicht die Geschlechtslosigkeit bei den betreffenden Pflanzen, sondern die Unmöglichkeit oder Unwahrscheinlichkeit der Selbstbestäubung und die Nothwendigkeit oder Wahrscheinlichkeit der Fremdbestäubung; eine Fortbewegung der Antheren von der Narbe wird zum Beispiel als Widerwille gegen die Befruchtung überhaupt gedeutet, während es nur eine Vorrichtung ist, um die Selbstbestäubung zu verhindern oder zu erschweren.

Erst bei KNIGHT und besonders bei HERBERT [1]) finden wir Andeutungen von der Erkenntniss, dass die Selbstbestäubung der Blüthen für die Fruchtbildung unvortheilhaft; namentlich spricht sich der letztere deutlicher hierüber aus indem er sagt [2]): »ich bin zu glauben geneigt, dass ich bei der Bestäubung einer Pflanze, von der ich Samen erhalten wollte, dadurch Vortheile erlangte, dass ich diese Pflanze mit dem Pollen von einem anderen Individuum derselben Art oder wenigstens von einer anderen Blume bestäubte, anstatt mit ihrem eigenen«. Nachdem er darauf als Beispiel anführt, wie er durch Kreuzung von Hippeastrum-Arten eher Samen erzielte, als durch Selbstbestäubung, fährt er fort: »es scheint mir, als ob dieser Umstand der Einführung eines Männchens von einer anderen Heerde analog ist, was bei der Viehzucht als vortheilhaft sich herausgestellt hat«. — Wir sehen also hier schon deutlich die Erkenntniss von der Nachtheiligkeit der Selbstbefruchtung und den Vortheilen der Fremdbefruchtung ausgesprochen; es wird dieser Punct jedoch nur beiläufig erwähnt, und ihm keine besondere Wichtigkeit beigelegt. Erst mit DARWIN's Origin of Species [3]) beginnt die Zeit, wo die Fortpflanzungserscheinungen bei den Phanerogamen nicht mehr einseitig behandelt, sondern die mannigfaltigen Forschungsfelder dieses Gebietes aufgedeckt und zum Theil schon bearbeitet werden. Hier haben wir

1) HERBERT, Amaryllideae. London 1837.

2) HERBERT l. c. p. 371.

3) CHARLES DARWIN, On the Origin of species by means of natural Selection. London 1859.

denn auch zuerst eine nachdrücklichere Besprechung des Gesetzes, dass die Selbstbefruchtung (Selbstbestäubung, Selbstbegattung ist genauer) sowohl im Pflanzen- wie im Thierreich für die Fortpflanzung unvortheilhaft, sogar nutzlos, während die Kreuzung von der Natur begünstigt und mit reichen Erfolgen gekrönt ist. Es heisst dort[1]: »Diese (vorher angeführten) Thatsachen allein leiten mich zu dem Glauben an ein allgemeines Naturgesetz (dessen Bedeutung wir aber durchaus nicht kennen), nach welchem kein organisches Wesen eine Ewigkeit von Generationen hindurch sich selbst befruchtet, sondern dass eine gelegentliche Kreuzung mit einem anderen Individuum — vielleicht in langen Zwischenräumen — unumgänglich nothwendig ist. Bei dem Glauben an dies Naturgesetz können wir eine grosse Masse von Thatsachen erklären, die sonst unerklärlich sind«. Weiter heisst es über SPRENGEL's Entdeckung der Dichogamie: »wie einfach erklären sich diese eigenthümlichen Thatsachen durch die Ansicht, dass eine gelegentliche Kreuzung mit einem anderen Individuum vortheilhaft oder sogar nothwendig sei«.

DARWIN führt hier in seinem Meisterwerke nur einige Belege für dieses Gesetz an und bespricht es im Allgemeinen nur sehr kurz; näher geht er darauf in seinem späteren Werke, über die Befruchtung der Orchideen[2]) ein; es ist hier eine Reihe von Thatsachen angeführt, welche ein fortlaufender Beweis für die Familie der Orchideen sind, dass hier die Selbstbefruchtung unmöglich, die Fremdbefruchtung nothwendig. Am Schlusse dieses Werkes giebt DARWIN folgende Zusammenfassung: »Wenn wir berücksichtigen wie kostbar der Pollen der Orchideen offenbar ist, und welche Sorgfalt auf seine und der accessorischen Theile Organisation verwandt, — wenn wir berücksichtigen, dass die Anthere immer dicht hinter oder über der Narbe steht, so müssen wir sagen, dass Selbstbefruchtung ein unvergleichlich sichererer Process gewesen sein würde, als die Uebertragung des Pollen von Blüthe zu Blüthe. Es ist eine erstaunliche Thatsache,

---

1) DARWIN l. c. p. 97.

2) CH. DARWIN: On the various Contrivances by which british and foreign Orchids are fertilised by Insects etc. London 1862.

dass Selbstbefruchtung nicht der gewöhnliche Fall ist; dies zeigt nur deutlich an, dass etwas Nachtheiliges in diesem Process liegen muss. Die Natur sagt uns so in der eindringlichsten Weise, dass sie zurückschreckt vor stetiger Selbstbefruchtung«.

Wenn wir nach diesen durch Darwin zur weiteren Begründung des Kreuzungsgesetzes gegebenen Anregungen nun versuchen die Geschlechtervertheilung bei den Pflanzen in Bezug auf dieses Gesetz eingehender zu besprechen, so wollen wir zuerst eine, vielleicht weniger Widerspruch erregende Fassung vorausschicken, welche wir dem Gesetze geben möchten indem wir sagen: *es giebt keine mit Geschlechtsorganen versehene Pflanze, welche sich fortwährend nur durch Selbstbefruchtung fortpflanzen kann, bei allen ist eine Fremdbefruchtung möglich; bei den meisten ist die Selbstbefruchtung durch besondere Einrichtungen vermieden, sogar unmöglich, oder doch wenigstens unvortheilhaft, und nur die Fremdbefruchtung kann hier statt haben, findet wirklich statt und hat guten Erfolg.* Etwas Aehnliches sagt Darwin, wenn es bei ihm heisst: »nature tells us in the most emphatic manner that she abhorrs perpetual selffertilisation« und: »no hermaphrodite fertilises itself for a perpetuity of generations«, nur dass unsere Fassung, ausgedehnt auf das ganze Pflanzenreich, näher die Sache bezeichnet und zum grössten Theil das Gebiet der Hypothese verlässt.

Um diese unsere Darstellung der Fortpflanzungsverhältnisse zu begründen werden wir dazu geleitet die geschlechtlichen Verhältnisse des gesammten Pflanzenreiches näher ins Auge zu fassen; wenn wir dies — wie gesagt — versuchen, so wollen und können wir nicht eine umfassende und auf alle Einzelheiten eingehende Aneinanderreihung aller hierher gehörigen Untersuchungen und Beobachtungen geben, sondern nur die Grundzüge entwerfen, zu welchen die bis dahin gemachten Forschungen uns geführt haben und welche vielleicht auch für andere eine Anregung geben mögen, dieses so interessante Feld durch Beobachtungen zu bereichern und anzubauen.

Wenden wir uns zuerst zu den

I. Phanerogamen oder Blüthenpflanzen,

denen wir den Haupttheil unserer Betrachtungen zu widmen haben, so müssen wir namentlich darauf aufmerksam machen — was natürlich auch für die Cryptogamen gilt — dass auf diesem ganzen Felde Beobachtungen, welche an getrockneten oder abgebildeten Pflanzen gemacht sind, wenig oder gar keinen Werth haben, und auch von lebend untersuchten Pflanzen können nur solche eine genaue Beobachtung zulassen, welche entweder einheimisch sind, oder durch das Klima in keiner Weise in ihrer Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigt werden.

A. Männliche und weibliche Organe getrennt in verschiedenen Blüthen (Diklinen).

In den Fällen, wo wir die beiden Geschlechtsorgane, das männliche und das weibliche, in getrennten Blüthen haben, liegt es auf der Hand und ausser allem Zweifel, dass eine Selbstbefruchtung der einzelnen Blüthen nicht möglich ist, weder die männlichen, noch die weiblichen können für sich eine Frucht erzeugen, sondern beide müssen zusammenwirken um dieses Product zu Stande zu bringen. Die beiden Arten der Blüthen können nun entweder auf einem und demselben Pflanzenstocke sich befinden (LINNÉ's 21. Classe *Monoecia*) oder sie können auf verschiedenen getrennt sein, so dass die eine Pflanze ganz männlich, die andere ganz weiblich ist (LINNÉ's 22. Classe *Dioecia*). In beiden Fällen, bei den Monöcisten wie bei den Diöcisten, wird nun die Bestäubung der Narbe durch äussere Umstände hervorgebracht: durch die Insecten und auch den Wind. Beweise für die Wirksamkeit beider scheinen überflüssig, nur sei auf einen für unseren Gegenstand interessanten Umstand aufmerksam gemacht: unsere meisten Bäume sind diklinisch und blühen im Frühjahre, zu

einer Zeit, wo sie einestheils noch unbelaubt sind, anderntheils erst wenig andere Honig und Pollen liefernde Blüthen sich finden; durch beide Umstände wird die Bestäubung erleichtert: durch den Luftzug kann der Pollen, nicht von Blättern aufgehalten, leicht zu den Narben gelangen, und die Insecten werden in Masse die Blüthen dieser Diöcisten und Monöcisten besuchen, da sie noch nicht sich auf die später hervorkommende grosse Menge anderer Blüthen vertheilen können. Weiter wollen wir bei dieser Gelegenheit sogleich darauf aufmerksam machen, dass man dem Luftzuge bei der Bestäubung der Blüthen keine zu grosse Rolle einräumen darf; in den meisten Fällen, besonders bei den Monoklinen sind die Pollenkörner durch einen öligen Stoff so vereinigt, dass sie nicht leicht davon fliegen; dieses Klebrigsein, welches also der Wirkung des Windes entgegensteht, begünstigt gerade auf der anderen Seite die Bestäubung durch Hülfe der Insecten, denen so die Pollenkörner leicht anhaften können.

Bei der besprochenen Trennung der Geschlechter in den Diklinen scheint der Unterschied zwischen diesen und den Zwitterblüthen, den Monoklinen, ein ausserordentlich grosser zu sein; in Wahrheit ist dies aber nicht der Fall, denn einestheils können wir eine Uebergangsreihe im morphologischen Bau von den Diklinen zu den Monoklinen aufstellen, anderntheils ist, wie wir sogleich sehen werden, und wie schon Darwin[1]) es ausspricht, der Unterschied dadurch sehr gering, dass auch bei den Monoklinen, wenn nicht bei allen, so doch einer grossen Anzahl, nicht die Befruchtungsorgane einer und derselben Blüthe zur Erzeugung der Frucht zusammenwirken, sondern eine Vereinigung der Geschlechter zweier getrennter Blüthen statt findet.

Was die Uebergangsreihe von den Diklinen zu den Monoklinen anbetrifft, so haben wir zuerst die ausgesprochenste Trennung der Geschlechter an den Pflanzen, wo ausser der Abwesenheit jedes Rudiments von dem zweiten Geschlechte in der Blüthe auch die Gestalt

1) Darwin, Origin of Species p. 101.

und Zusammensetzung der Blüthe des einen Geschlechtes abweicht von der des anderen. Als Beispiel nennen wir den Hanf, *Cannabis sativa.* Fig. 1. *a*, *b*, *c*. Die beiden Blüthenarten, die männlichen und

Fig. 1.

Fig. 1. *a* männliche Blüthe, *b* weibliche mit, *c* ohne Deckblatt vom Hanf, *Cannabis sativa; d* männliche, *e* weibliche Blüthe vom Pfeilkraut, *Sagittaria sagittifolia ; f* männliche, *g* weibliche Blüthe vom Kreuzdorn, *Rhamnus cathartica.*

die weiblichen sind hier in allen Beziehungen so verschieden, dass wir ihre Zusammengehörigkeit nicht glauben würden, sähen wir sie nicht an zwei im sonstigen Habitus ähnlichen Pflanzen, die uns aus dem Samen einer und derselben mütterlichen Hanfpflanze erwachsen. Andere Beispiele dieser Art liefern die Gattungen *Juglans*, *Quercus*, *Corylus*, *Castanea* und andere[1]. Zweitens haben wir solche Diklinen, wo der Bau der männlichen und weiblichen Blüthen, natürlich abgesehen von den Geschlechtsorganen, ein gleicher ist, wo aber auch, wie bei dem vorhergehenden Falle, weder in der weiblichen Blüthe ein Rudiment der Staubgefässe, noch in der männlichen ein Rudiment des Pistills sich findet. Als Beispiele führen wir an: *Sagittaria sagittifolia*, Fig. 1. *d*, *e*, die Gattungen *Cucumis*, *Cucurbita*, *Begonia*, *Salix*. Die Trennung der Geschlechter ist hier also auch noch sehr ausgesprochen vorhanden. Die dritte Form der Diklinen bildet nun einen deutlichen Uebergang zu den Monoklinen: es sind dies diejenigen Blüthen, wo die einen zwar rein männlich, die anderen rein weiblich sind, wo jedoch, sowohl in der weiblichen Blüthe sich mehr oder weniger entwickelte Rudimente von Staubgefässen finden, als in der männlichen Rudimente eines Pistills. Diese Rudimente sind bei den einen kaum zu erkennen, bei anderen so gut ausgebildet, dass sie bei oberflächlicher Betrachtung für vollkommene zur Zeugungsfunction geeignete Organe angesehen werden können. So haben z. B. die männlichen Blüthen vom Kreuzdorn, *Rhamnus cathartica*, Fig. 1. *f*, ein deutliches Rudiment eines Pistills, an welchem Fruchtknoten und Griffel zu unterscheiden, während in den weiblichen Blüthen, Fig. 1. *g*, sich rudimentäre Staubgefässe mit deutlichen Ansätzen zu Antheren finden. Namentlich sehen wir bei den Laurineen, z. B. *Laurus nobilis*, *Sassafras*, vielfach in den

---

1) Von diesen Fällen, wo männliche und weibliche Blüthen so ausserordentlich verschieden von einander, können wir noch wieder zwei Stufen der Geschlechtstrennung unterscheiden: die eine wo die Trennung durch die Vertheilung der beiden Geschlechter auf zwei verschiedene Pflanzenstöcke am stärksten ist, z. B. beim Hanf, und die andere, immerhin noch strenge Scheidung der einzelnen männlichen und weiblichen Blüthen an einem und demselben Stocke, z. B. bei Eichen und Wallnüssen.

männlichen Blüthen verkümmerte Pistille, in den weiblichen verkümmerte Staubgefässe, ebenso bei *Rhus Toxicodendron* und anderen.

Es muss noch bemerkt werden, dass bei allen diesen drei Stufen der Diklinen Ausnahmsfälle vorkommen, wo entweder auf einem männlichen Stocke weibliche Blüthen sich finden, z. B. bei *Myrica Gale, Cannabis sativa,* oder auf einem weiblichen Stocke männliche, gleichfalls bei *Cannabis sativa,* auch bei *Mercurialis annua;* oder dass dort, wo auf einhäusigen Pflanzen die verschiedenen Geschlechter in verschiedenen Blüthenständen getrennt sind, manchmal die Vereinigung beider Geschlechter in einem Blüthenstande auftritt, wie man solches oft an *Zea Mays* beobachten kann, indem hier sowohl an den endständigen männlichen Blüthenständen, einzelne weibliche Blüthen auftreten, als auch namentlich die seitlichen weiblichen Blüthenstände in eine männliche Aehre ausgehen. Ein weiterer interessanter Fall ist der, wo auf einem monöcistischen Stocke sich mehr oder weniger vollkommene Zwitterblüthen ausbilden; sehr lehrreich in dieser Beziehung sind oft die Blüthenstände von *Ricinus communis,* wo wir unten rein männliche Blüthen haben, oben rein weibliche und in der Mitte zwischen beiden reinen Geschlechtern zwitterige Blüthen, theils mit überwiegender Ausbildung des männlichen oder weiblichen Geschlechtes, theils mit gleichmässiger Ausbildung beider.

Alle diese erwähnten Fälle sind nur Ausnahmen und abnorme Bildungen; eine Regel des gleichzeitigen Vorkommens eingeschlechtiger und Zwitterblüthen findet sich aber in der ganzen Linné'schen 23. Classe, der *Polygamia.* Zu dieser Classe gehörig werden gewöhnlich die Pflanzenarten bezeichnet, welche entweder an einem und demselben oder verschiedenen Stöcken ausser Zwitterblüthen auch eingeschlechtige besitzen — dieser Ausdruck kann aber leicht zu der irrigen Annahme führen, als ob jede dieser Pflanzenarten alle 3 Arten von Blüthen, männliche, weibliche und zwittrige entwickelte; dem ist aber nicht so, sondern neben den Zwitterblüthen kommt meistentheils nur eine Art eingeschlechtiger Blüthen vor, z. B. nur männliche

bei *Veratrum album*, Fig. 2. *a*, *V. nigrum*, *Ptelea trifoliata*, *Aesculus Hippocastanum* etc., nur weibliche bei *Thymus vulgaris* und *Serpyllum*, Fig. 2. *c*, *Parietaria diffusa* und *officinalis*. Für das gleichzeitige normale Vorkommen von männlichen, weiblichen und zwittrigen Blüthen bei einer und derselben Pflanzenart, weiss ich augenblicklich nur die Esche, *Fraxinus excelsior* und *Saponaria ocymoides*, mit Sicherheit anzugeben; bei ersterer finden sich die 3 verschiedenen Arten von Blüthen jede auf einem besonderen Pflanzenstocke, während bei *Saponaria ocymoides* alle 3 Arten auf einem Stocke vorkommen, aber mit überwiegender Anzahl der eingeschlechtigen. — Auch hier, bei diesen sogenannten Polygamen ist nun wieder an einer und derselben Species der Uebergang der eingeschlechtlichen Blüthen zu den Zwitterblüthen in ähnlicher Weise, wie bei den rein diklinischen zu den monoklinischen Pflanzen, verschieden: scharf getrennt sind die eingeschlechtigen Blüthen von den Zwitterblüthen bei *Fraxinus excelsior*, leicht mit einander zu verwechseln bei *Fraxinus Ornus*, *Ptelea trifoliata* und anderen, wo die Rudimente der Pistille in den männlichen Blüthen ziemlich gross und den ausgebildeten weiblichen Geschlechtsorganen in den Zwitterblüthen sehr ähnlich sind.

a b c d

Fig. 2.

Fig. 2. *a* männliche, *b* weibliche Blüthe von *Veratrum album*, der weissen Niesswurz; *c* weibliche, *d* zwittrige Blüthe vom Feldthymian, *Thymus Serpyllum*.

Es bildet hiernach die Classe der Polygamen einen der interessantesten Uebergänge zwischen den Diklinen und Monoklinen; wir kommen auf ihre Besprechung noch einmal näher zurück.

Weiter möchten wir bei unserer Betrachtung der Diklinen noch darauf aufmerksam machen, wie die Trennung der Geschlechter bei mehreren Pflanzengattungen (*genera*) eine verschiedene ist, in der Weise, dass wir einzelne Arten von Gattungen mit Zwitterblüthen haben, andere Arten derselben Gattung mit Blüthen getrennten Geschlechtes, z. B. in den Gattungen *Rumex* und *Lychnis.* Gegen einander gehalten zeigen diese beiden Gattungen einen verschieden plötzlichen Uebergang von der Monoklinie zu der Diklinie: bei *Rumex* sind die Blüthen diklinischer Arten, z. B. von *R. acetosa, acetosella,* so, dass weder in den weiblichen eine Andeutung des verkümmerten männlichen, noch in den männlichen eine Andeutung des verkümmerten weiblichen Geschlechtsorganes vorhanden ist, während bei den diklinischen Lychnis-Arten, z. B. *L. diurna, vespertina,* in den männlichen Blüthen ein ziemlich grosses Rudiment des Pistills und in den weiblichen manchmal sehr weit ausgebildete Staubgefässrudimente sich finden. Weiter sind diese beiden und ähnliche Gattungen in so fern sehr interessant, als dadurch angedeutet wird, wie bei der Umbildung und Entstehung der einzelnen Pflanzenarten die Umänderungen in den Geschlechtstheilen bald früher, bald später eingetreten und zum Abschluss gekommen sind: bei solchen Gattungen, deren Arten theils diklinisch, theils monoklinisch sind, ist es wahrscheinlich, dass dieser Unterschied in der Geschlechtervertheilung sich erst bei den Nachkommen eines nicht gar entlegenen Vorfahren ausgebildet hat, während dort, wo ganze artenreiche Gattungen, z. B. *Salix, Rosa,* ja ganze Familien, die Cupuliferen, Cruciferen, gleiche Geschlechtsvertheilung besitzen, diese Art der Geschlechtervertheilung (Monoklinie oder Diklinie) von einem sehr alten Vorfahren herrühren muss, wodurch zwischen diesem und ihnen ein langer Zwischenraum gewesen ist, in welchem sie sich in all ihren anderen Verschiedenheiten haben ausbilden können.

Es tritt uns hier unwillkürlich die Frage entgegen, welche Art

der Geschlechtsvertheilung die erste gewesen, die Diklinie oder die Monoklinie, haben sich die Zwitterblüthen aus eingeschlechtigen entwickelt, oder sind die eingeschlechtigen durch Abortiren des einen oder anderen Geschlechtes aus Zwitterblüthen entstanden. Zu beweisen ist natürlich weder das eine noch das andere, doch sprechen meiner Meinung nach die meisten Umstände mehr für die Entstehung der eingeschlechtigen Blüthen aus zwittrigen. Der widersprechende Umstand, dass heutzutage die meisten diklinischen Blüthen eine geringere Vollkommenheit der anderen Blüthenorgane zeigen als die monoklinischen, und der hierauf etwa basirte Schluss, dass sie also, als einfacher, die älteren seien, verliert wohl seine Bedeutung, wenn man daran denkt, dass mit einer weiteren Ausbildung und Umänderung des einen Organes nicht immer nothwendig eine Umänderung des anderen verknüpft zu sein braucht. — Doch wie gesagt, wir wollen unsere Vermuthung nur als eine solche aufgestellt haben, und es sind weitere Beobachtungen zu ihrer Begründung zu machen.

Nach allem, was wir über die Diklinie gesagt haben, ist hervorzuheben, dass bei der Unmöglichkeit der Selbstbefruchtung, die Befruchtung hier überall nur durch Vereinigung zweier verschiedener Blüthen statt finden kann, vermittelt durch Insecten und Wind, und dass ferner die Diklinen nicht scharf von den Monoklinen getrennt sind, sondern sich eine Stufenleiter von jenen zu diesen führend aufstellen lässt. Weiter findet sich ausnahmsweise ein Uebergang zur Monoklinie auch an einem und demselben Pflanzenstocke (*Ricinus*), und endlich tritt uns dieser Uebergang am auffallendsten bei den sogenannten polygamischen Blüthen entgegen, wo bei einer Pflanzenart zugleich eingeschlechtige und zwittrige Blüthen sich finden. Auch an einzelnen Gattungen, in ihrer Ganzheit, wie *Lychnis* und *Rumex*, bemerken wir diesen Uebergang.

B. Männliche und weibliche Organe zusammen in einer und derselben Blüthe (Monoklinen).

Wenn wir die ganze Abtheilung der Phanerogamen überblicken, so finden wir, dass die überwiegende Mehrzahl derselben Blüthen besitzt, in welchen beide Geschlechter mit einander vereint sind. Bei diesen sogenannten Monoklinen, im Gegensatz zu den Diklinen, wo die Geschlechter getrennt, scheint nun die Befruchtung auf den ersten Blick in der Weise leicht bewerkstelligt zu werden, dass das weibliche Organ jeder Blüthe mit dem Pollen aus den Antheren derselben Blüthe bestäubt werde. Einer solchen Bestäubung treten jedoch mannigfache Hindernisse entgegen, von welchen das eines der hauptsächlichsten ist, welches in der verschiedenzeitigen Entwickelung der beiden Geschlechter in einer und derselben Blüthe begründet ist. Wir haben also nach einander solche Blüthen zu betrachten, in denen die beiden Geschlechter nicht zu gleicher Zeit entwickelt sind und solche, bei denen dieselben zu gleicher Zeit zur Reife kommen.

1. Beide Geschlechter nach einander entwickelt (Dichogamen Sprengel).

Von allen Pflanzen mit zweigeschlechtigen Blüthen kommen bei der Mehrzahl die beiden Geschlechter einer Blüthe nicht zu gleicher Zeit zur Höhe ihrer Entwickelung. Dieses Verhältniss ist bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts fast vollständig verborgen geblieben; bei den mehrfach vorgenommenen Befruchtungsverfahren fiel es niemandem auf, dass er in der zu befruchtenden Blüthe entweder keinen Pollen oder keine gute Narbe mehr fand, sondern sich hierzu nach einer anderen Blüthe umsehen musste. Es ist C. K. Sprengel's grosses Verdienst in seinem »Geheimniss« etc. dieses merkwürdige Verhältniss der verschiedenartigen Entwickelung der Geschlechter in einer grossen Anzahl zweigeschlechtiger Blüthen nachgewiesen zu haben. Er bezeichnete dasselbe mit dem Worte Dichogamie und

nannte solche Pflanzen Dichogamische oder Dichogamisten[1]), auch erkennt er aus diesem Verhältniss schon das Gesetz der vermiedenen Selbstbefruchtung indem er sagt[2]): »Da sehr viele Blumen getrennten Geschlechtes, und wahrscheinlich eben so viele Zwitterblumen Dichogamisten sind, so scheint die Natur es nicht haben zu wollen, dass irgend eine Blume durch ihren eigenen Staub befruchtet werden solle.«

Doch SPRENGEL's Entdeckung fand keine Würdigung, gab keinen Anlass zu weiteren Forschungen. Erst HENSCHEL berücksichtigte und untersuchte dieses Verhältniss der Dichogamie wieder näher, verstand aber den Zweck desselben vollständig falsch, indem er es als einen Beweis gegen die Geschlechtlichkeit der Pflanzen aufstellte und es einen bösen Dämon nannte, welcher der Bestäubung auf allen Wegen entgegentrete[3]). Es blieb ihm also vollständig verschlossen, dass aus diesem offenbaren Hinderniss der Selbstbestäubung, welches in der Dichogamie liegt, nicht ein Beweis gegen die Geschlechtlichkeit der Pflanzen überhaupt sich findet, sondern nur ein Beweis gegen die fortdauernde Selbstbefruchtung und für das Gesetz der Vereinigung verschiedener Individuen. Auch TREVIRANUS erkennt in seiner Entgegnung auf HENSCHEL's Angriffe gegen die Pflanzengeschlechtlichkeit[4]) und in seiner Physiologie[5]) nicht die Einrichtungen in so vielen Pflanzen an, welche zur Verhinderung der Selbstbestäubung in den Blüthen dieser sich finden, sondern kämpft gegen dieselbe und sucht die Nothwendigkeit der Selbstbestäubung zu beweisen, um dadurch der ganzen Lehre von der Geschlechtlichkeit der Pflanzen eine Stütze zu geben. Bei GAERTNER[6]), der sonst so genau

1) Eigentlich passen diese Worte für alle Fälle zusammen, wo zwei Blüthen zur Fruchtbildung vereinigt werden müssen, wir wollen aber den oben angegebenen beschränkteren Sinn, welchen SPRENGEL ihnen beigelegt, beibehalten.

2) SPRENGEL, Geheimniss p. 43.

3) HENSCHEL, Von der Sexualität der Pflanzen, p. 148.

4) L. C. TREVIRANUS, Die Lehre vom Geschlecht der Pflanzen in Bezug auf die neuesten Angriffe.

5) TREVIRANUS, Physiologie der Gewächse, II, p. 380 ff.

6) C. F. GAERTNER, Versuche und Beobachtungen über die Befruchtungsorgane der vollkommeneren Gewächse. Stuttgart 1844.

über die Befruchtungsorgane der Phanerogamen handelt, finden wir nur vorübergehend die Verschiedenzeitigkeit der Geschlechtsentwickelung besprochen und es wird derselben kein besonderer Werth beigelegt, oder sie wird unrichtig gedeutet, indem das Oeffnen der Antheren in der Knospe zur Selbstbefruchtung dienen soll. Die anderen Besprechungen dieses Gegenstandes sind nicht der Erwähnung werth; in einigen Abhandlungen und Büchern, welche die Pflanzen-Anatomie und Physiologie zum Gegenstande haben findet man sogar keine Sylbe über denselben [1]). Eigenthümlich ist der Kampf von SCHULTZ-SCHULTZENSTEIN [2]) gegen SPRENGEL's Entdeckung, in welchem er einfach SPRENGEL's thatsächliche Beobachtungen falsche Annahmen nennt, was SPRENGEL für einen unausgebildeten Griffel halte sei gerade der ausgebildete!

Erst in DARWIN's Origin of Species kommt SPRENGEL mit seinen Beobachtungen wieder zu Ehren und zur richtigen Würdigung und giebt den Ausgangspunct zu neuen Untersuchungen über diesen Gegenstand. Es würde zu weit führen, wollten wir alle Fälle der Dichogamie nur berühren, oder auch nur die Namen der als dichogamisch beobachteten Pflanzen anführen; ganze Familien gehören hierher, z. B. die Umbelliferen, Campanulaceen, Lobeliaceen, zum grössten Theil die Compositen und Malvaceen, oder auch einzelne Gattungen. Eine umfassende gründliche Darstellung aller Fälle liegt nicht in unserem Zwecke, wir deuten nur die Hauptsachen in einem kurzen Ueberblicke an:

Bei der verschiedenzeitigen Entwickelung der beiden Geschlechter kann entweder das männliche dem weiblichen vorausgehen, bei den protandrischen Dichogamen, oder das weibliche dem männlichen, bei den protogynischen Dichogamen [3]).

---

1) Ueberhaupt sind die Geschlechtervertheilung und die damit zusammenhängenden uns beschäftigenden Vorgänge in den meisten neueren botanischen Lehrbüchern nur vorübergehend oder gar nicht erwähnt, so dass wir sie zu citiren nirgend nöthig gefunden haben.

2) SCHULTZ-SCHULTZENSTEIN, Die Fortpflanzung und Ernährung der Pflanzen, 1828, p. 212.

3) Ich verlasse die unbequemen Bezeichnungen SPRENGEL's männlich-weib-

a. Protandrische Dichogamen.

Bei den meisten der Dichogamen entwickelt sich das männliche Geschlecht vor dem weiblichen: wenn die Blüthen aufgehen sind entweder die Antheren schon geöffnet oder öffnen sich sogleich, erst nach längerer oder kürzerer Zeit tritt dann die Ausbildung der em-

Fig. 3.

Fig. 3. *a* junge Blüthe von *Geranium pratense*, dem Wiesenstorchschnabel, 5 Staubgefässe haben sich schon aufgerichtet und ihre Antheren stehen über der unentwickelten Narbe, welche in *b* allein dargestellt. *c* ältere Blüthe derselben Pflanze, die Antheren sind verstäubt, zum Theil verschwunden, die Narbe ist entwickelt. — *d* junge Blüthe von *Lopezia coronata*, *e* dieselbe, nachdem durch eine Berührung des löffelartigen Blumenblattes das Staubgefäss hervorgeschnellt; *f* ältere Blüthe derselben Pflanze, das Staubgefäss hat sich umgebogen, an seine Stelle ist der verlängerte Griffel mit entwickelter Narbe getreten. Bei *e* und *f* sind einige Kelchblätter und Blüthenblätter entfernt.

---

liche und weiblich-männliche Dichogamen und gebrauche im folgenden die obigen, leicht verständlichen Worte.

pfängnissfähigen Narbe ein. Beispiele hierfür liefern viele Arten von *Epilobium*, z. B. *E. angustifolium*, die Gattungen *Geranium*, Fig. 3. *a, b, c*, *Pelargonium*, *Malva*, *Lopezia*, Fig. 3. *d, e, f*, *Clarkea*, *Impatiens*, einige Gentianen, die Umbelliferen, der grösste Theil der Compositen, die Campanulaceen, Lobeliaceen etc. Bei diesem Verhältniss muss jedesmal die Narbe einer älteren Blüthe mit dem Pollen einer jüngeren bestäubt werden.

b. Protogynische Dichogamen.

Seltener sind die protogynischen Dichogamen, von denen Sprengel nur *Scrophularia nodosa* und *Euphorbia Cyparissias* anführt. Bei dieser Form der Dichogamie tritt die entwickelte Narbe meist schon aus der noch geschlossenen Blüthe hervor, wenigstens ist sie bei deren Oeffnen schon empfängnissfähig; erst später öffnen sich die Antheren. Nach meinen Beobachtungen gehören noch hierher: *Mandragora vernalis*, *Scopolina atropoides*, *Helleborus*-Arten, *Globularia vulgaris* und *cordifolia*, *Wulfenia carinthiaca*, *Lonizera coerulea*, mehrere *Plantago*-Arten, z. B. *Plantago me-*

Fig. 4.

Fig. 4. *a* Blüthe von *Luzula pilosa* kurz vor dem Aufgehen, *b* einige Zeit nachher. *c* Zwitterblüthe von *Parietaria diffusa* kurz vor dem Aufgehen, *d* kurz nach dem Aufgehen, die Narbe ist schon vom Fruchtknoten abgefallen, die Antheren sind noch nicht geöffnet; *e* Blüthe mit geöffneten Antheren.

dia, Luzula pilosa, Fig. 4. *a, b, Anthoxanthum odoratum, Alopecurus pratensis, Nardus stricta, Goethea cauliflora, Parietaria diffusa,* Fig. 4. *c, d, e,* und andere. Bei diesen Blüthen wird der Pollen aus den älteren auf die Narbe der jüngeren getragen.

Wir sehen leicht ein, dass diese Vorrichtungen bei beiden Arten der Dichogamen dazu dienen, dass die Selbstbefruchtung verhindert und die Bestäubung mit fremdem Pollen begünstigt werde; es ist aber nöthig zu beweisen, dass in der Natur hier wirklich eine Selbstbestäubung nie oder höchst selten stattfindet, während das Uebertragen des Pollen aus der einen Blüthe auf die Narbe der anderen die Regel ist.

Wenn wir in der freien Natur eine protandrische Dichogame, z. B. *Geranium pratense*[1]) bei dem Aufgehen der Blüthen betrachten, so finden wir in diesen zuerst die Narbe ganz geschlossen, Fig. 3. *a* und *b*, während die Antheren eine nach der andern sich öffnen und über die geschlossene Narbe durch Aufrichten der Filamente zu stehen kommen; die Blüthen sind in dieser Zeit also rein männlich. Kehren wir nach einiger Zeit zu einer derselben Blüthen zurück, so treffen wir einen Zeitpunct, wo alle Antheren geöffnet und von der Narbe zurückgetreten sind, diese aber noch geschlossen ist. Diese geöffneten Antheren enthalten nun, wenn die Witterung für Insecten nicht gar zu ungünstig, kaum mehr eine Spur von Pollen; die Insecten, hier die Bienen, haben ihn bei ihren Besuchen der Blüthen vollständig abgewischt und mit sich geführt. Wenn nun die Narbenlappen von einander gehen, so ist natürlich kein Pollen mehr in derselben Blüthe vorhanden, sie ist rein weiblich, Fig. 3. *c*; bald sehen wir aber dennoch die Narbe mit Pollen bestäubt, Insecten haben ihn, von einer jungen Blüthe kommend, hier auf der Narbe der älteren gelassen und so das Werk der Befruchtung eingeleitet.

Aehnliche Beobachtungen können wir an protogynischen Dicho-

---

1) Hildebrand, Experimente zur Dichogamie und zum Dimorphismus. Bot. Zeit. von Mohl und Schlechtendal, 1865, p. 1.

gamen, z. B. *Scrophularia*-Arten machen, wir finden hier die Narbe durch Insecten schon mit Pollen aus anderen älteren Blüthen belegt, während der eigene Pollen noch nicht aus den Antheren herausgetreten.

Wir sehen hier also in Wirklichkeit eine Bestäubung der Blüthen nicht mit ihrem eigenen, sondern mit fremdem Pollen. Man könnte uns noch den Einwand machen, dass möglicher Weise doch eine Bestäubung mit eigenem Pollen durch die Insecten zu Wege gebracht würde, indem diese denselben an die ungeöffnete Narbe anstreichen könnten, von wo aus er dann bei deren Oeffnen Schläuche nach der empfänglichen Stelle treiben könnte; diesen Einwand habe ich mit Experimenten an *Geranium pratense*, *Digitalis purpurea* und anderen widerlegt: einmal haftet zu dieser Zeit der Pollen sehr schwer an der ungeöffneten Narbe, und wenn er wirklich mit Mühe ihr angeklebt wird, so findet doch nachher, bei dem Oeffnen derselben keine Befruchtung statt; nur im Zimmer ist es möglich Selbstbestäubungen dieser Blüthen vorzunehmen, weil hier der Pollen von den Insecten nicht vor der Zeit entfernt werden kann.

Ein auffallendes Beispiel für die Unmöglichkeit der Selbstbestäubung bei protogynischen Dichogamen bietet *Parietaria diffusa*. Schon SCHKUHR [1]) und TREVIRANUS [2]) geben an, dass hier die Narbe beim Oeffnen der Blüthen abgerissen werde; nach meinen Beobachtungen findet dieses Abreissen, oder vielmehr Vertrocknen und Abfallen, sogar schon einige Zeit vor dem Oeffnen der Blüthe und Aufspringen der Antheren statt, Fig. 4. *d*, so dass eine Selbstbestäubung rein unmöglich ist; schon lange vor dem Aufgehen der Blüthe wird die hervorgestreckte Narbe, Fig. 4. *c*, von dem Pollen einer schon weiter entwickelten Blüthe bestäubt. — Es geht so viel aus diesen erwähnten und einer grossen Anzahl ähnlicher Experimente und Beobachtungen hervor, dass eine Selbstbefruchtung dieser dichogamischen Blüthen in der Natur eine grosse Sel-

1) SCHKUHR, Botanisches Handbuch III, p. 535.
2) TREVIRANUS, Physiologie II, p. 394.

tenneit und Ausnahme ist, während in der Regel die Bestäubung der einen Blüthe mit dem Pollen der anderen statt hat.

Es ist weiter auf eine Eigenthümlichkeit, die sich bei vielen Dichogamen findet, aufmerksam zu machen, die zwar schon seit lange an verschiedenen Pflanzen beobachtet, aber meistentheils nicht richtig in ihren Zwecken gedeutet worden: es ist dies die Bewegung der Staubgefässe und Griffel während der Blüthezeit, zueinander und voneinander. Schon KOELREUTER spricht in seiner vorläufigen Nachricht etc. [1]) von den Bewegungen der Staubfäden bei der Raute, *Ruta graveolens,* die derartig sind, dass die Antheren der Reihe nach über die Spitze des Griffels zu stehen kommen; er deutet dieselben als Bewegungen zum Zwecke der Befruchtung, dass der Pollen auf die Narbe derselben Blüthe, in welcher er entstanden, gelange. Weiter bespricht MEDICUS [2]) eine Reihe von Gewächsen, in deren Blüthen die Staubfäden zum Pistill wandern (*Hyoscyamus aureus, Fritillaria persica, Polygonum orientale, Scrophularia, Saxifraga tridactylites* etc.) und solche, wo das Pistill zu den Staubfäden sich wendet (*Nigella sativa, Sida americana, Passiflora, Hibiscus* etc.), aber gleichfalls ohne den richtigen Zweck der Bewegungen zu erkennen. Dasselbe thut HENSCHEL [3]) indem er angiebt, dass bei den von anderen Forschern beobachteten Fällen Antheren und Narbe sich zwar nähern, aber nie einander berühren. Namentlich eingehend bespricht GAERTNER [4]) die beweglichen und reizbaren Geschlechtsorgane in den Blüthen, aber wir vermissen gleichfalls die Erkenntniss des eigentlichen Zweckes. Auch hier ist es SPRENGEL [5]) der das richtige gefunden, was ihm bei der richtigen Erkenntniss der Dichogamie leicht werden musste. Die meisten solcher Bewegungen kom-

1) KOELREUTER, Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen. Leipzig 1761. p. 19.

2) MEDICUS, Pflanzenphysiologische Untersuchungen. Leipzig 1803. p. 5—20 und 126—144.

3) HENSCHEL, Sexualität, p. 100.

4) C. F. GAERTNER, Befruchtungsorgane, p. 254 ff.

5) C. K. SPRENGEL, Das Geheimniss etc.

men nämlich bei dichogamen Blüthen vor und haben den Zweck, dass das Insect an derselben Stelle, wo es in der einen Blüthe die Antheren gefunden hat, in der anderen die geöffnete Narbe antreffe und so mit Leichtigkeit und Sicherheit den Pollen von jener auf diese trage. Blieben zum Beispiel bei den dichogamischen Blüthen von *Ruta graveolens* oder *Parnassia palustris*, die Staubgefässe an ihrer ursprünglichen Stelle, welche sie beim Oeffnen der Blüthe einnehmen, so würde der Theil des Insects, welcher in den einen Blüthen den Pollen angestrichen bekommt, in den anderen gleichfalls leicht die Antheren, aber weniger wahrscheinlich die Narbe mit derselben Stelle berühren, das Insect würde also viel schwieriger die Uebertragung des Pollens auf die Narbe bewerkstelligen können.

Auch in diesem Puncte liefert *Geranium pratense* ein lehrreiches Beispiel: beim Aufgehen der Blüthe stellen sich die Staubfäden etwa im rechten Winkel zu dem noch nicht mit geöffneter Narbe versehenen Griffel; indem die Antheren nun nach der Reihe sich öffnen, heben sich die Filamente in die Höhe, Fig. 3. *a*, so dass die Antheren zuletzt über der geschlossenen Narbe zu stehen kommen. Bei oberflächlicher Betrachtung wird man hier sehr leicht zu der Ansicht kommen — wie es auch geschehen — dass durch diese Stellung das Fallen des Pollens auf die Narbe, und also die Selbstbestäubung bewerkstelligt werde; es ist dies aber durchaus nicht der Fall, denn die Narbe ist noch geschlossen, und öffnet sich erst, wenn alle Antheren verstäubt und wieder auf die Blumenblätter zurückgesenkt sind. Es liegt auf der Hand, dass durch diese Bewegung einfach das Uebertragen des Pollens auf die Narbe einer anderen älteren Blüthe erleichtert wird: mit derselben Stelle, wo das Insect in der jungen Blüthe die Antheren berührt, berührt es in der älteren die geöffnete Narbe.

Ein anderes sehr interessantes Beispiel dieser Art liefert *Lopezia coronata* [1]). Hier steht der aus dem löffelförmigen Blatte nach Berüh-

---

1) HILDEBRAND, Ueber die Vorrichtungen an einigen Blüthen zur Befruchtung durch Insectenhülfe. Bot. Zeit. 1866, p. 75.

rung[1]) hervorgeschnellte Staubfaden (vergleiche Fig. 3. *d* und 3. *e*) mit seiner Anthere gerade vor dem Wege zum Grunde der Blüthe; zu dieser Zeit ist der Griffel ganz kurz und seine unentwickelte Spitze noch ganz verborgen und gegen Berührung geschützt; allmählich biegt sich nun der Staubfaden ganz zurück, so weit, dass die Anthere hinter die Blüthenblätter zu stehen kommt und vor jeder Insectenberührung geschützt liegt, Fig. 3. *f.* Nun erst erreicht der Griffel seine normale Länge, seine Narbe ist entwickelt und steht gerade an der Stelle, wo früher die Anthere sich befand: in dieser Weise wird ein Insect mit einem und demselben Theile seines Körpers in der einen, jungen Blüthe die Anthere berühren, in der anderen, älteren die Narbe, und diese bestäuben.

Wir sehen aus diesen beiden Beispielen, dass weder das Zueinanderwenden der Geschlechtsorgane die Selbstbefruchtung begünstigt oder gar unvermeidlich macht, noch dass das Fliehen der Antheren von der Narbe oder umgekehrt die Befruchtung der Blüthen überhaupt hindert; beide Erscheinungen tragen einfach dazu bei, dass der Pollen von der einen Blüthe auf die Narbe der anderen gebracht werde und die Selbstbefruchtung nicht statt finden könne.

Eine andere interessante Eigenthümlichkeit, die sich bei einigen Dichogamen findet, ist die Verkümmerung des einen oder anderen Geschlechtes bei den in einer Blüthenperiode ersten oder letzten Blüthen des einzelnen Pflanzenstockes. Auch auf diesen Punct hat Sprengel schon aufmerksam gemacht, er verdient aber dass wir näher auf ihn eingehen. Wenn bei den protandrischen Dichogamen, wie wir gesehen, eine ältere Blüthe immer eine jüngere nöthig hat, um von dieser den Pollen zu erhalten, so ist es natürlich, dass die letzten Blüthen an dem Stocke nicht mehr bestäubt werden können, weil eben darauf folgende Blüthen, die Pollen liefern kön-

1) Aus der Beschreibung der Befruchtung von *Lopezia*, welche Vaucher in einem Briefe an De Candolle (in der Physiologie dieses, deutsch von Roeper, II, p. 132) gegeben, geht hervor, dass jenem die Reizbarkeit des löffelartigen Blüthenblattes mit dem Staubgefäss nicht bekannt war.

nen, fehlen. Hierdurch kommt es dann, dass bei diesen protandrischen Dichogamen die letzten Blüthen bisweilen keine Frucht ansetzen, was SPRENGEL namentlich an *Saxifraga granulata*[1]) beobachtet. Dass dieses Fehlschlagen der letzten Früchte nicht überall und immer bei den protandrischen Dichogamen statt findet, erklärt sich daraus, dass ja nur sehr wenige Blüthen die allgemein letzten sind, wenn ein Stock die seinigen entwickelt, kann der andere noch im vollsten Blühen sein. Namentlich interessant ist nun die Thatsache, dass bei einzelnen Protandristen die letzten Blüthen nur verkümmerte weibliche Organe besitzen, wie dies besonders bei Umbelliferen der Fall, wo sowohl die letzten Blüthenstände der ganzen Pflanze, als auch die letzten inneren Blüthen aller Dolden oder Döldchen oft nur männlich sind. Es ist dies ein interessanter Beitrag zu der Theorie DARWIN's, nach welcher nutzlos und unnöthig gewordene Organe nach und nach verkümmern und abortiren müssen: die weiblichen Organe sind in diesen letzten Blüthen für die Pflanze von keinem Werth, da sie doch nicht, oder nur schwer würden befruchtet werden können, sie sind daher bis zu dem Rudimente eines Fruchtknotens nach und nach verschwunden. Es soll nun hiermit nicht gesagt sein, dass überall bei protandrischen Dichogamen die letzten Blüthen männlich sind, im Gegentheil sind nur einige dieser merkwürdigen Fälle beobachtet; auf diesen Gegenstand ist weiter Acht zu geben.

Analog dem Abortiren der weiblichen Organe in den letzten Blüthen der protandrischen Dichogamen, würde das Abortiren der männlichen in den ersten Blüthen sein; bis jetzt ist mir jedoch ein derartiger Fall nicht vorgekommen — abgesehen von den Compositen mit weiblichen Randblüthen, von denen wir später sprechen. Es scheint dies damit zusammenzuhängen, dass wir in der Regel bei den Blüthenpflanzen einen Ueberfluss der männlichen Organe im Verhältniss zu den weiblichen vorfinden; in Bezug auf letztere als Grundlage des Samens ist es von grösserer Wichtigkeit für die Fort-

---

1) SPRENGEL, Geheimniss, p. 244.

pflanzung, dass sie nicht nutzlos gebildet seien, ausserdem müssen beim Pollen die Hindernisse, welche seinem Gelangen auf das weibliche Organ oft im Wege stehen, durch die grössere Menge desselben compensirt werden.

Umgekehrt wie bei den ersten und letzten Blüthen der protandrischen Dichogamen, verhält es sich bei denen, deren Geschlechtstheile protogynisch entwickelt sind, wo die weiblichen den männlichen vorausgehen, hier sind es die ersten Blüthen, deren weibliche Organe nicht befruchtet werden können, indem noch keine älteren Blüthen da sind, in denen schon der Pollen entwickelt wäre[1]). Es sind hier also die weiblichen Organe ganz nutzlos und wir haben hier in einigen Arten der Gattung *Euphorbia*, z. B. *E. Cyparissias* und *helioscopia* (den Umbelliferen bei den Protandristen entsprechende) Beispiele dafür, dass diese Nutzlosigkeit des weiblichen Organes eine vollständige Abortion desselben herbeigeführt hat: die ersten Blüthen im Frühjahr haben hier nur männliche Organe. — Auf der anderen Seite müssten in den letzten Blüthen der protogynischen Dichogamen die männlichen Organe abortirt sein, da für sie keine späteren zu befruchtenden Blüthen vorhanden; ein solcher Fall ist mir aber entsprechend dem Mangel eines analogen bei den ersten Blüthen der protandrischen Dichogamen (Compositen ausgenommen) nicht vorgekommen, dadurch erklärlich, dass hier wie dort es die Antheren sind, deren Verkümmerung man erwarten sollte, die ja aber, wie gesagt, allgemein bei den Blüthenpflanzen im Ueberfluss vorkommen.

Jedenfalls ist dieses Verhältniss des Abortirens der weiblichen Organe bei den e r s t e n Blüthen einiger protogynischer Dichogamen zu dem Abortiren der weiblichen Organe bei den l e t z t e n Blüthen einiger protandrischer Dichogamen äusserst interessant und in seinen Gründen einleuchtend; es stimmt überein mit der vorher erwähnten Regel, dass die weiblichen Organe weniger verschwenderisch, oder,

1) Als Beispiel wo wirklich die ersten Blüthen, obgleich mit vollständigen weiblichen Organen versehen keine gute Frucht ansetzen führt SPRENGEL, Geheimniss, p. 324, die *Scrophularia nodosa* an.

besser gesagt, seltener nutzlos gebildet werden, als die männlichen[1]) — ein Gesetz, welches auch im Thierreich seine Geltung haben dürfte.

Bei dieser Gelegenheit möchten wir noch darauf aufmerksam machen, in welcher nahen Beziehung die sogenannten Polygamen, von denen wir schon oben bei den Diklinen gesprochen, zu denjenigen Dichogamen stehen, deren erste oder letzte Blüthen nur eingeschlechtig sind, und wie gerade diese Polygamen am auffallendsten den Uebergang der Monoklinen zu den Diklinen vermitteln. Eigenthümlich ist es, dass bei den polygamischen Thymusarten, Fig. 2. *c*, *d*, die eingeschlechtigen Blüthen weiblich sind, was damit im Zusammenhange zu stehen scheint, dass bei den zwittrigen derselben Arten die Antheren sich etwas vor der Narbe entwickeln. Nach diesem letztern Umstande nämlich scheinen die Staubgefässe in den Blüthen der weiblichen Büsche deshalb zu fehlen, weil sie bei ihrer vorzeitigen Entwickelung in den Zwitterblüthen hier unnöthig sein würden — ganz analog würde es sein, wenn wir bei einer protandrischen Dichogame die ersten Blüthen nur weiblich fänden. Auf der anderen Seite haben wir Fälle unter den Polygamen, wo neben Zwitterblüthen nur männliche sich finden, z. B. bei *Veratrum album*, Fig. 2. *a*, *b*, *Ptelea trifoliata*, *Aesculus Hippocastanum*, *Pavia rubicunda*. Dieser Fall ist analog dem Mangel der Pistille in den ersten Blüthen einiger protogynischer Dichogamen zu betrachten, wo, bei Entwickelung der Narben vor den Antheren, das weibliche Organ in den ersten Blüthen unbefruchtet bleiben, also nutzlos sein würde. Hiernach müssten die Zwitterblüthen der ebengenannten Polygamen protogynisch sein, was wir freilich nicht von allen augenblicklich bestätigen können; als auffallende Beispiele, die für unsere Erklärung und Vergleichung sprechen, dürfen wir aber die Rosskastanie, *Aesculus Hip-*

---

1) Dahin gehört auch die Entwickelung der männlichen Blüthen vor den weiblichen bei den meisten Diklinen, z. B. *Juglans*, *Corylus*, *Castanea*, *Begonia*, *Cucurbita* etc., durch welches Verhältniss die weiblichen Blüthen bei ihrer Entfaltung schon immer männliche vorfinden, also nicht leicht dem Vergeblichblühen ausgesetzt sind.

pocastanum und *Pavia rubicunda* anführen: hier sind die Zwitterblüthen wirklich protogynisch, indem der Griffel mit der entwickelten Narbe schon aus der Knospe heraussieht, und die Antheren sich erst einige Zeit nach dem Aufgehen der Blüthe öffnen. Mit diesem protogynischen Verhalten der Zwitterblüthen steht im Zusammenhange, dass alle ersten Blüthen der Rispen nur männlich sind; sie dienen dazu um die vorzeitigen Narben der ersten Zwitterblüthen zu bestäuben, ein Pistill in ihnen würde keine schon reifen Antheren in anderen Blüthen antreffen, also nutzlos sein. Wir sehen hiernach in *Aesculus Hippocastanum* (ebenso in *Pavia rubicunda,* wo zur Zeit des Antherenöffnens die Narben in den Zwitterblüthen schon bräunlich sind) einen interessanten Fall der Geschlechtervertheilung, wir können diese Pflanzen ebenso gut zu den dichogamischen Monoklinen, wo die ersten Blüthen eingeschlechtig, wie zu den polygamischen Diklinen stellen[1]). Ueberhaupt sehen wir bei dieser Betrachtungsweise der Polygamen, dass diese in einem auffallenden Mittel stehen zwischen den monoklinischen und diklinischen Blüthen. —

Fassen wir nun das, was von dem über die Dichogamen gesagten für unseren Gesichtspunct das wichtigste ist zusammen, so sehen wir, dass bei diesen eine Selbstbefruchtung dadurch verhindert, oder schärfer gesagt, sehr beeinträchtigt ist, dass die beiden Geschlechter, obgleich in einer Blüthe vorhanden, nicht zugleich sich entwickeln; durch dasselbe Verhältniss ist die Befruchtung der Blüthen untereinander begünstigt; so müssen wir sagen, wenn wir die Vorgänge in der freien Natur ausser Acht lassen; mit Berücksichtigung derselben ist das Verhältniss aber folgendes: bei den Dichogamen wird durch die Insecten (durch Entfernung des Pollens aus den noch nicht mit entwickelten weiblichen

---

1) Als Ausnahme von der vermutheten Regel, dass bei denjenigen Polygamen, deren Zwitterblüthen protogynisch sind, die ersten Blüthen männlich sein möchten, ist *Parietaria* zu nennen; hier sind die ersten Blüthen weiblich die folgenden protogynische nicht protandrische Zwitterblüthen, ein Fall, den ich nicht zu erklären versuchen will.

Organen versehenen Blüthen) die Selbstbestäubung, also auch Selbstbefruchtung, verhindert und die Bestäubung mit fremdem Pollen herbeigeführt.

Hiernach schliessen sich die Dichogamen, zu den Monoklinen gehörig, eng an die oben besprochenen Diklinen an: bei den letzteren die Geschlechter in getrennten Blüthen, und also eine Selbstbefruchtung unmöglich — hier zwar in einer Blüthe vereinigt, aber so verschiedenzeitig entwickelt, dass von den Insecten der Pollen längst entfernt, oder die frühzeitige Narbe schon mit anderem Pollen bestäubt ist, wenn die Narbe empfängnissfähig oder die Antheren reif geworden. Für diesen Uebergang von den Diklinen zu den dichogamischen Monoklinen ist namentlich, ausser den schon besprochenen, als polygamisch bezeichneten Pflanzen, die grosse Familie der Compositen interessant, indem wir in derselben folgende drei verschiedenen Stufen der Geschlechtervertheilung zusammen finden: eine vollständige Trennung der Geschlechter sehen wir bei *Calendula* und deren Verwandten, wo die Randblüthen des Köpfchens weiblich, die Scheibenblüthen männlich sind; weiter sehen wir dann die Mehrzahl der Corymbiferen mit weiblichen, also eingeschlechtigen, Randblüthen und protandrischen Scheibenblüthen; endlich sind alle Blüthen in den Köpfchen der Cichoraceen protandrische Dichogamen. Von diesen drei Stufen können wir die mittlere noch in anderer Richtung als ein Beispiel zu dem betrachten, was wir von der möglichen Unterdrückung des männlichen Geschlechtes bei den ersten Blüthen der protandrischen Dichogamen sagten: hier hat dieselbe wirklich statt gefunden, denn es sind ja die Randblüthen die zuerst aufblühenden und im Zusammenhange damit rein weiblich; hätten sie Staubgefässe so würden diese bei den noch nicht vorhandenen zu bestäubenden Narben zwecklos sein; es ist also dieses Geschlechtsorgan wahrscheinlich nach und nach abortirt, und statt dessen hat sich die Blumenkrone stärker entwickelt, augenscheinlich zum Nutzen der ganzen Pflanze, da die Blüthenköpfe den Insecten hierdurch besser in die Augen fallen. Wir haben hier auch einen interessanten Fingerzeig für die Erklärung in welcher Weise die Diklinen aus den Monokli-

nen entstanden: die Compositen mit weiblichen Randblüthen stehen, wenn wir namentlich ihre Verwandtschaft mit *Calendula* betrachten, so genau in der Mitte zwischen Monoklinen und Diklinen, dass wir sie nach den Beispielen, welche wir von der Eingeschlechtigkeit der ersten und letzten Dichogamenblüthen angeführt haben, ebenso gut zu diesen Dichogamen, also zu den Monoklinen, wie zu den Diklinen rechnen können.

Treviranus, welcher in seinen letzten Lebensjahren mit grossem Interesse den Entdeckungen Darwin's folgte und sie prüfend nachuntersuchte, spricht sich in seinem Aufsatze über Dichogamie nach C. K. Sprengel und Ch. Darwin[1]) gegen die Ansicht Darwin's aus, dass die Dichogamen ein Anzeichen dafür seien, dass in der Selbstbefruchtung etwas Nachtheiliges liegen müsse, und neigt sich zu der Ansicht Sprengel's, dass in der Dichogamie kein weiterer Zweck der Natur liege, als dass sie zur Erhaltung der Insecten erforderlich sei, welche wiederum die ihnen erzeigte Wohlthat dadurch vergelten, dass sie die Blumen absichtslos, aber mit Nothwendigkeit befruchten. »Bei der schwachen Begründung«, heisst es weiter, »welche bis jetzt der ersterwähnten (Darwin'schen) Ansicht zu Theil geworden ist, darf man, wie ich glaube, nicht anstehen, sich einstweilen für die zweite, als die annehmlichere, der Natur mehr entsprechende, zu erklären.« Wir führen diesen Einwand von Treviranus hier nur kurz an und müssen auf dessen ganzen Aufsatz verweisen; man wird daraus ersehen, dass sich in den von Darwin gemachten und von Treviranus besprochenen Forschungen über diesen Punct wirklich kein einziger Beweis findet, der gegen das Gesetz der vermiedenen Selbstbefruchtung spricht. Dass bei Treviranus eine vorgefasste, vielleicht durch seinen Streit gegen Henschel eingewurzelte Meinung es gewesen ist, die ihn zum Widerspruch gegen Darwin geführt hat, leuchtet deutlich aus folgenden Worten hervor[2]): »Schon an und für sich liegt etwas Widerstrebendes in dem Gedan-

1) Treviranus, Bot. Zeitung. 1863. p. 16.
2) Treviranus, l. c. p. 2.

ken, dass die Natur, welche im Pflanzenreiche den Hermaphroditismus zur Regel gemacht, so wie im Thierreich die Trennung der Geschlechter, dort ihren Irrthum, als eine ungeschickte Werkführerin, erkannt und wieder habe gut machen wollen. «

Wir haben hier noch derjenigen an mehreren Dichogamen constatirten Fälle zu gedenken, welche direct den Nachtheil der Selbstbestäubung für die Fruchtbildung nachweisen, der öfter sogar so weit geht, dass die Fruchtbildung leichter durch Kreuzbestäubung verschiedener Arten eingeleitet werden kann als durch Selbstbestäubung jeder einzelnen Art. Wir können hier nur vorübergehend an die Experimente von Gaertner[1]), Herbert[2]) und Bosse[3]) erinnern, welche von diesem bei Erforschung der Bastardirungsverhältnisse an *Lobelia, Zephyranthes, Hippeastrum, Passiflora* etc. angestellt worden; über die Experimente von John Scott an *Onridium*-Arten sprechen wir später. Es würde uns das nähere Eingehen auf diesen Punct zu weit auf das Feld der Bastardirungsgesetze führen und wir heben nur die oben genannte Thatsache hervor dass es Pflanzenarten giebt, bei welchen die Bestäubung mit Pollen verwandter Arten eher eine Fruchtbildung zur Folge hat, als die Bestäubung mit dem eigenen Pollen[4]) — es ist dies doch sicherlich ein äusserst merkwürdiger Fall und spricht wie nur irgend etwas anderes dafür, dass in der Selbst-

---

1) Gaertner, Bastarderzeugung im Pflanzenreich, p. 64: *Lobelia fulgens* bei Selbstbestäubung keine Fruchtbildung, mit Pollen von *L. cardinalis* Frucht; *L. cardinalis* und *syphilitica* mit *L. fulgens* bestäubt fruchtbildend: also der Pollen von *L. fulgens* für die eigene Narbe nutzlos, für die von *L. cardinalis* und *syphilitica* furchtbringend.

2) Herbert, *Amaryllideae*, p. 355: *Zephyranthes carinata* bei Selbstbestäubung fruchtlos, mit Pollen von *Z. tubispatha* bestäubt fruchtbringend; p. 371: *Hippeastrum*-Arten bei Selbstbestäubung fruchtlos, bei Kreuzung fruchtbar.

3) Bosse, Verh. d. Ver. zur Beförd. d. Gartenb. in den Kgl. Preuss. Staaten, V, p. 431: *Passiflora coerulea* bei Selbtbestäubung fruchtlos; *P. racemosa* mit *P. coerulea* bestäubt fruchtbringend, also der Pollen von *P. coerulea* nur für die eigene Narbe nicht befruchtend.

4) Dass wenigstens bei Herbert durch den Ausdruck »mit eigenem Pollen« der Pollen derjenigen Blüthe gemeint ist, welche befruchtet werden soll, und nicht

bestäubung ein Nachtheil für die Fruchtbildung der Pflanzen im allgemeinen liegt.

Ehe wir die dichogamischen Monoklinen verlassen bleibt uns noch übrig ein Beispiel anzuführen, welches eine eigenthümliche Aehnlichkeit mit den anderen Monoklinen zeigt, deren Geschlechtsorgane in derselben Blüthe zu gleicher Zeit entwickelt sind: es ist dies die Befruchtungsweise der *Aristolochia Clematitis*[1]. Nach der Entwickelung der Geschlechter gehört diese Pflanze zu den protogynischen Dichogamen und zwar ist sie so eingerichtet, dass die Insecten niemals eine Selbstbestäubung vornehmen können: der im Kessel der jungen Blüthe befindliche Genitalienkopf hat zuerst nur die Narbe entwickelt; erst später öffnen sich die früher abgeschlossenen Antheren, und zugleich werden die empfängnissfähigen Stellen des Narbenkopfes abgeschlossen und verderben. Das Insect, von einer älteren Blüthe kommend, bringt den Staub auf die Narbe der jüngeren und wird, worauf wir besonders aufmerksam machen, so lange durch eine im Blüthenschlunde befindliche Haarreuse in dem Blüthenkessel zurückgehalten, bis die Antheren sich öffnen, und es aus diesen Pollen für eine nächste Blüthe mitnehmen kann, indem ihm nun, nach dem Absterben der Haare im Blüthenschlunde der Ausgang frei steht. Die verschiedenzeitige Entwickelung der beiden Geschlechter stellt also diese Pflanze offenbar zu den Dichogamen, von diesen weicht sie aber in der Bestäubungsweise dadurch ab, dass bei denselben, den anderen Dichogamen, das Insect von einer Blüthe zur anderen fliegt, ohne sich in der ersten so lange aufzuhalten, bis auch das zweite Geschlecht entwickelt ist; es bestäubt also eine Narbe ohne aus den benachbarten Antheren, die ja noch nicht entwickelt sind, Pollen für eine andere Blüthe mitzunehmen. Bei *Ari–*

---

etwa allgemein der Pollen von Blüthen desselben Pflanzenstockes, geht deutlich aus folgender Stelle hervor: *Amaryllid*, p. 371: I am inclined to think, that I have derived advantage from impregnating the flower, from which I wished to obtain seed, with pollen from another individual of the same variety or at least from another flower, rather than with its own.

1) HILDEBRAND, Ueber die Befruchtung der *Aristolochia Clematitis* und anderer *Aristolochia*-Arten. PRINGSHEIM's Jahrbücher. Bd. V.

stolochia Clematitis hingegen kann das Insect nicht anders, als aus einer Blüthe, deren Narbe sie bestäubt, auch Pollen für eine andere mitzunehmen — und hierin liegt die Annäherung an eine Anzahl von Nichtdichogamen, denn auch hier kann ein Insect, welches eine Blüthe besucht und bestäubt nicht anders, als zugleich Pollen aus derselben Blüthe für eine andere mitzunehmen — allerdings findet hier das Bestäuben der Narbe und Berühren der reifen Antheren fast in einem und demselben Augenblicke statt, während bei *Aristolochia Clematitis* zwischen beiden eine Zeit von wenigstens einigen Stunden liegt. Kurz ausgedrückt, hat *Aristolochia Clematitis* mit den Dichogamen die ungleichzeitige Entwickelung der beiden Geschlechter gemein, mit den Nichtdichogamen den Umstand, dass ein sie zur Bestäubung besuchendes Insect Pollen für eine zunächst zu besuchende Blüthe mitnehmen muss. Dieser Fall führt uns also hinüber zu der zweiten Abtheilung, welche wir von den Monoklinen machten.

2. Beide Geschlechter zugleich entwickelt (Nichtdichogamen).

Aus dem, was wir vorher von der überwiegenden Zahl der Dichogamen unter der Abtheilung der Monoklinen sagten, folgt, dass diejenigen Pflanzen, welche beide Geschlechter in einer und derselben Blüthe zugleich entwickelt haben, in der Minderzahl sind. Aber gerade diese Minderzahl liefert viele der interessantesten Unterschiede besonders durch gegenseitige Lage und Länge der Geschlechtstheile. Bei der Betrachtung dieser ganzen Abtheilung der nichtdichogamen Pflanzen in Rücksicht auf die Nothwendigkeit der Selbst- oder Fremdbefruchtung wollen wir sogleich eine Anzahl zu einer nachherigen Besprechung ausscheiden, bei denen die Blüthen sich nie öffnen, und zuerst von denen sprechen, bei welchen

a. die Blüthen sich öffnen.

Bei diesen fallen uns sogleich besonders zwei Klassen in die Augen: solche, bei denen die Antheren der Narbe eng anliegen, wo also Selbstbestäubung wenigstens unvermeidlich ist, und solche, wo

die beiden erwähnten Theile mehr oder weniger voneinander entfernt sind, wodurch die Nothwendigkeit der Selbstbestäubung beeinträchtigt erscheint. Betrachten wir zuerst die letzteren:

I Antheren von der Narbe entfernt.

Bei denjenigen Nichtdichogamen, welche in den geöffneten Blüthen die Antheren von den Narben mehr oder weniger entfernt haben, tritt uns zuerst eine Abtheilung entgegen, bei welcher die Blüthen aller, zu einer Species gehörigen Pflanzenstöcke, einen vollständig gleichen Bau haben, während bei einer anderen Abtheilung zu einer und derselben Species zwei-, ja dreierlei Pflanzenstöcke gehören, die sich durch verschiedene Verhältnisse der Länge ihrer Griffel zu der ihrer Staubgefässe von einander auszeichnen[1]), und die dabei in einem gewissen Uebergange stehen von den gleichblüthigen Nichtdichogamen zu den Dichogamen, und weiter zu den Diklinen. In der Uebergangsreihe bleibend, besprechen wir diese zuerst:

α. Verhältniss der Griffellänge zu der Staubgefässlänge an den verschiedenen Pflanzenstöcken einer und derselben Art verschieden (Heterostylie)

○ Zwei Formen von Blüthen: die einen langgrifflig, die anderen kurzgrifflig (Dimorphismus Darwin).

Schon länger war es von *Primula*-Arten, auch einigen anderen Gewächsen bekannt, dass einzelne Stöcke Blüthen mit langem Griffel und kurzen (tiefer eingefügten) Staubgefässen besitzen, während die der anderen kurze Griffel und längere (höher eingefügte) Staubgefässe haben, man kümmerte sich aber nicht weiter darum, welchen Bezug diese Verschiedenheiten auf die Fortpflanzung haben möchten, sondern begnügte sich, der Richtung der Zeit gemäss, mit dem einfachen Constatiren der Thatsache. Auch hier trat Darwin als der erste auf, welcher diese merkwürdige Erscheinung näher berücksichtigte und durch Experimente ihre Bedeutung für die Fortpflanzung anfing aufzuklären. Durch seine Beobachtung an Arten von *Primula*[2]) und

---

1) Von den Fällen, wo an einem und demselben Pflanzenstock verschiedene Zwitterblüthen vorkommen, sprechen wir später.

2) Ch. Darwin, On the two forms or dimorphic condition in the species of

Linum[1]) veranlasst, machte dann SCOTT[2]) umfangreiche Untersuchungen an der ganzen Familie der Primulaceen, so wie ich die Kenntniss dieser Verhältnisse durch Experimente und Beobachtungen an *Primula sinensis* und *Linum*[3]) ferner an *Pulmonaria officinalis*[4]) zu erweitern suchte.

Fig. 5.

Auf den ersten Blick konnte man vermuthen, dass die beiden verschiedenen Formen der Blüthen, wo bei der einen das weibliche Organ, bei der anderen die männlichen in der Ausbildung bevorzugt erscheinen, sich zu einander verhalten möchten, wie bei den diklinen Blüthen die

Fig. 5. *a* langgriffige, *b* kurzgriffige Blüthe von der Schlüsselblume, *Primula officinalis*, längs durchschnitten; *c* kurzgiffige, *d* langgriffige Blüthe vom Buchweizen, *Polygonum Fagopyrum* (einige Staubgefässe und Blüthenblätter abgeschnitten.

Primula and on their remarcable sexual condition in: Journal of the Proceed. of the Linn. Soc. Botany. Vol. VI. 1862. p. 77 ff.

1) CH. DARWIN, On the existence of two forms etc. of the genus Linum. Journ. of the Linn. Soc. VII. 1863. p. 69 ff.

2) JOHN SCOTT, Observations on the Functions and structure of the reproductive Organs in the Primulaceae. Journ. of the Linn. Soc. Vol. VIII. 1864. p. 78 ff.

3) HILDEBRAND, Experimente über den Dimorphismus von *Linum perenne* und *Primula sinensis*. Bot. Zeitung. 1864. p. 1.

4) HILDEBRAND, Experimente zur Dichogamie und zum Dimorphismus. Bot. Zeit. 1865. p. 13.

weiblichen zu den männlichen; aber wie irrig eine solche Annahme war, ergaben die angestellten Experimente, aus denen auf das deutlichste hervorging, dass sowohl die langgrifflige, als die kurzgrifflige Form, in ihren Fruchtknoten gute Samen erzeugen können, während die letztere, die kurzgrifflige, wäre sie nur männlich, keinen Samen hätte liefern dürfen. Die Sache verhält sich also anders: Bei allen hierher gehörigen mir vorgekommenen dimorphen Blüthen ist das Verhältniss von Griffel- und Staubgefässlänge ein derartiges, dass bei der langgriffligen Form die Narbe auf gleicher Höhe in der Blüthe steht, wie bei der kurzgriffligen die Antheren, und umgekehrt bei der langgriffligen die Antheren in derselben Höhe wie bei der kurzgriffligen die Narbe, Fig. 5. Zwischen den Blüthen dieser dimorphen Arten können also zweierlei Bestäubungsweisen befolgt werden: entweder kann die Bestäubung zwischen Organen, welche sich in gleicher Höhe befinden, vorgenommen werden, also von den Antheren der kurzgriffligen auf die Narbe der langgriffligen Form, und von den Antheren der langgriffligen auf die Narbe der kurzgriffligen — diese Bestäubungsarten nennt Darwin heteromorphische, zwischen Blüthen der beiden verschiedenen Formen — oder es können Bestäubungen vollzogen werden zwischen den nicht auf gleicher Höhe stehenden Geschlechtsorganen — nach Darwin homomorphisch, zwischen Blüthen gleicher Form — also Bestäubung der Narbe der langgriffligen Form mit den tiefer liegenden Antheren derselben Form, und der Narbe der kurzgriffligen mit den höher liegenden Antheren derselben Form. Von diesen beiden Bestäubungsweisen, der heteromorphischen und der homomorphischen, war bei den verschiedenen Pflanzenarten der Erfolg ein verschiedener: auf der einen Seite wurde nur durch heteromorphische Bestäubungen eine Fruchtbildung hervorgebracht — es war hier also eine Kreuzung der Formen zur Fruchtbildung durchaus nothwendig — auf der anderen Seite gaben auch die homomorphischen Bestäubungen Früchte, wenn auch in geringerem Maasse — eine Kreuzung der Formen ist hier also nicht durchaus nothwendig, wenn auch offenbar vortheilhaft.

* Die Kreuzung der beiden Formen (heteromorphe Bestäubung) zur Samenerzeugung mehr oder weniger nothwendig.

Aus den Experimenten, welche DARWIN[1]) an *Linum*[2]) *grandiflorum* und *perenne* anstellte, ergab sich, dass stets Samen sich ausbildeten, wenn die beiden Formen gekreuzt wurden, durch Bestäubung der langgriffligen mit der kurzgiffligen und der kurzgriffligen mit dem Pollen der langgriffligen; hingegen war dies nicht der Fall, wenn die Bestäubung mit Blüthen einer und derselben Form vorgenommen wurde, also die Narbe der langgriffligen mit Pollen derselben Form belegt, und die Narbe der kurzgriffligen mit Pollen der kurzgriffligen Form: hier erhielt DARWIN in nur äusserst seltenen Fällen Samen. Ich machte gleichfalls die Experimente bei *Linum perenne*[3]) und hatte die gleichen Resultate, nur dass ich bei den homomorphen Bestäubungen nie Samen erhielt. Diese Abweichung erklärt sich, wie wir aus den folgenden sehen werden, dadurch, dass DARWIN, wie er ausdrücklich sagt, nicht die Blüthen mit ihrem eigenen Pollen, sondern mit dem Pollen anderer Blüthen derselben Form bestäubte, es geschah also keine wirkliche Selbstbestäubung der einzelnen Blüthen, sondern nur eine Selbstbestäubung der Form.

Weiter gehört hierher die *Pulmonaria officinalis*, an welcher nach meinen Experimenten[4]) die Kreuzung der beiden Formen zur Samenbildung durchaus nöthig erscheint: ich stellte diese beiden Kreuzungen der Formen an und erhielt zahlreiche Früchte, den in der freien Natur gebildeten gleich; während sowohl bei der vorgenommenen Selbstbestäubung der einzelnen Blüthen, als bei der Bestäubung der Blüthen gleicher Form untereinander nie ein Same sich bildete.

Es stehen hiernach die genannten Pflanzen zu den Diklinen sowohl wie zu den Dichogamen in der allernächsten Verwandtschaft:

1) DARWIN, Journ. of the Linn. Soc. VII. p. 69.

2) Der Dimorphismus in der Gattung *Linum* war schon VAUCHER, KOCH und PLANCHON bekannt; ALEFELD, Bot. Zeit., 1863, p. 281, zählt 29 dimorphe Arten auf.

3) Bot. Zeit., 1864, p. 1.

4) Bot. Zeit., 1865, p. 13.

mit beiden haben sie das gemein, dass jede der beiden Formen zur Erzeugung einer Frucht mit der anderen bestäubt wird; den Diklinen sind sie dann morphologisch — wie auch die folgenden Dimorphisten — dadurch näher verwandt, dass bei der einen Form, der langgriffligen, das weibliche Organ eine äusserlich grössere Ausbildung erreicht hat, bei der anderen, der kurzgriffligen, das männliche Organ das weibliche an äusserer Ausbildung übertrifft. Zwischen den genannten *Linum*-Arten und *Pulmonaria officinalis* findet dann noch eine bemerkenswerthe Abstufung dieser grösseren äusserlichen Ausbildung der Geschlechter statt, indem bei den *Linum*-Arten die Pollenkörner beider Formen gleich gross sind, während bei *Pulmonaria officinalis* die der kurzgriffligen Form die der langgriffligen an Grösse übertreffen, so dass in dieser Beziehung *Pulmonaria officinalis* den Diklinen sich mehr nähert als die dimorphen *Linum*-Arten.

Uebrigens ist *Linum perenne* namentlich ein eclatantes Beispiel dafür, welchen geringen Werth für die Fruchtbildung die Selbstbestäubung habe, und wie in den Fällen, wo diese wirklich statt hat, keine oberflächliche Beobachtung, sondern nur das Experiment die Sachlage entscheidet: bei der langgriffligen Form von *Linum perenne* werden nämlich in der That die vollständig entwickelten Narben von den Antheren in der Knospe bestäubt, und dennoch findet hierdurch keine Fruchtbildung statt, da, wie wir gesehen, der Pollen der kurzgriffligen Form dazu nöthig ist.

Endlich müssen wir darauf aufmerksam machen, wie die besprochenen Arten von *Linum* und *Pulmonaria* sich zu den anderen Arten dieser Gattung verhalten: bei *Linum usitatissimum* ist kein Dimorphismus vorhanden, die Antheren liegen den Narben eng an, die Selbstbestäubung ist unvermeidlich (aber deshalb die Fremdbestäubung nicht unmöglich); bei *Pulmonaria azurea* ist gleichfalls keine kurzgrifflige und langgrifflige Form vorhanden, wenn auch gerade nicht die Antheren der Narbe anliegen. Hiernach haben diese beiden Gattungen in sich einen Uebergang von der unvermeidlichen Selbstbestäubung (der später zu besprechenden Pflanzen) zu der unmöglichen Selbstbestäubung der Diklinen.

** Die Kreuzung der beiden Formen zwar für die Samenerzeugung am vortheilhaftesten, aber auch die Bestäubung der einzelnen Formen in sich (homomorphische Verbindung) fruchtbringend.

Von den an *Pulmonaria officinalis* und *Linum*-Arten erhaltenen Erfolgen weichen die Resultate in einigem Grade ab, welche die verschiedenen Bestäubungsweisen an *Primula*-Arten und anderen Primulaceen geliefert haben. Was die Gattung *Primula* anbetrifft so sind an dieser von DARWIN (l. c.) die ersten Versuche angestellt, die überhaupt auf diesem Felde gemacht worden, welche dann von SCOTT (l. c.) und mir (l. c.) wiederholt und erweitert. Zu weit würde es führen näher auf die Einzelheiten einzugehen, daher nur die Hauptsachen: Auch hier könnte man meinen, dass die eine Form, die langgrifflige, die weibliche sei, zumal hier die Narbe sehr stark ausgebildet und die Pollenkörner verkümmert erscheinen, während die kleine Narbe und die stark ausgebildeten Pollenkörner der kurzgriffligen Form es wahrscheinlich machen, dass wir hier die männliche Pflanze vor uns haben; es ergab sich nun aus allen Experimenten, z. B. an *Primula officinalis, elatior* und *sinensis*, dass jede der beiden Formen bei heteromorphen Verbindungen die meiste Anzahl von Früchten und Samen trug, während bei homomorphen Vereinigungen bedeutend weniger Früchte und Samen zur Entwickelung kamen. Von homomorphen Vereinigungen nahm ich an *Primula sinensis*[1]) — schon damals zu dem Zwecke, die Nützlichkeit der Blüthenkreuzung, der Fremdbefruchtung, näher festzustellen — viererlei Vereinigungen vor, indem ich jede der Formen in der Weise mit derselben Form bestäubte, dass ich auf der einen Seite die Bestäubungen zwischen den Organen einer und derselben Blüthe vornahm, auf der anderen Seite die Blüthen verschiedener gleichförmiger Stöcke untereinander kreuzte; es ergab sich hierbei eine auffallend geringere Anzahl der Samen bei der Bestäubung der Blüthen mit ihrem eigenen Pollen im Verhältniss zu den

1) HILDEBRAND, Bot. Zeit. 1864. p. 3.

durch Kreuzung von gleichförmigen Pflanzenstöcken erzeugten Samen. Wir haben hier also eine vollständige Stufenleiter in der Fruchtbarkeit, die wir wohl mit Recht in erste Reihe unter den Beweisen für die Nachtheiligkeit der Selbstbefruchtung anführen können: die Selbstbestäubung bei *Primula sinensis* gab sehr wenigen oder gar keinen Samen, die Kreuzung zwischen gleichförmigen Stöcken brachte mehr, aber immerhin nur wenig Samen zu Wege, endlich die grösseste und normale Anzahl von Früchten und Samen lieferten nur die Vereinigungen, bei welchen die beiden Formen gekreuzt wurden, die durch die verschieden starke Entwickelung der männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane in morphologischer Beziehung zu der Trennung der Geschlechter hinneigen, wie sie bei den Diklinen statt hat.

Wie wir es von *Linum* erwähnten, so steht auch hier die ganze Gattung *Primula* im Uebergange von den Selbstbestäubern zu den Diklinen: nach den Beobachtungen von Scott (l. c.) ist die Sache hier noch interessanter, denn unter den von ihm untersuchten Primelarten fanden sich noch Zwischenstufen zwischen Selbstbefruchtung und nothwendiger oder vortheilhafter Kreuzung: 36 Arten fand er dimorph und ihre Fortpflanzungsverhältnisse denen der eben genannten Arten, *P. sinensis* etc., entsprechend; bei den 6 nicht dimorphen Arten hingegen, bei denen constant die Antheren der Narbe anliegen, wo also immer Selbstbestäubung stattfinden muss, waren drei verschiedene Verhältnisse zu unterscheiden: 1) bei *P. mollis* erzeugt fast jede Blüthe von selbst (auch gegen Insectenthätigkeit unter einer Glasglocke geschützt) eine mit guten Samen gefüllte Kapsel; 2) bei *P. scotica* werden ohne künstliche Bestäubung der Narbe mit dem Pollen derselben Blüthe nur wenige Samen erzeugt, vollständig fruchtbar sind die Pflanzen hingegen, wenn das Pollen auf der Narbe künstlich oder durch Insecten vertheilt wird; es ist hier also in der Natur die Selbstbestäubung durch Insectenhülfe hervorgebracht; 3) bei *P. verticillata* hingegen findet sich mit der nicht dimorphischen Structur ein unvollkommener Dimorphismus der Function — wie Scott sich ausdrückt — vereinigt: wenn die Pflanzen dieser Art

einzeln gehalten werden, so ist mehrfach beobachtet, dass sie keine oder sehr wenige Samen liefern, auch künstlich mit sich selbst bestäubt geben die Exemplare keinen Samen; stehen hingegen mehrere Pflanzen beieinander und werden sie untereinander bestäubt, so liefern sie zahlreiche Samen — doch ist diese Erfahrung nicht ganz durchgehend, indem bei Exemplaren, an denen ein ander Mal experimentirt wurde, eine Pflanze, mit sich selbst bestäubt, zahlreiche Samen lieferte. Nach diesen Angaben SCOTT's wäre hier also meist eine Kreuzung der Pflanzenstöcke untereinander zur Fruchtbildung nöthig. Wir möchten für diesen Fall nicht mit SCOTT die widersinnige Bezeichnung »dimorphisch in der Function« annehmen und ihn nicht zu den Dimorphisten stellen, sondern denselben zu der später zu besprechenden Abtheilung von Pflanzen rechnen, wo bei unvermeidlicher Selbstbestäubung doch die Kreuzung verschiedener Pflanzenstöcke zur guten Fruchtbildung nöthig ist, und welche in so auffallender Weise die Nachtheiligkeit der Selbstbestäubung darstellen.

Auch *Hottonia palustris* ist dimorph und verhält sich nach JOHN SCOTT's Experimenten [1]) ganz wie die dimorphen *Primula*-Arten. Die nähere Besprechung einer weiteren Anzahl von dimorphen Blüthen muss ich unterlassen, indem durch Experimente noch nicht festgestellt ist, ob sie in den Fortpflanzungsverhältnissen den dimorphen Primelarten gleichen oder den dimorphen *Linum*-Arten und *Pulmonaria officinalis;* nur ihre Namen seien zur weiteren Beachtung hier angeführt: *Cinchona*-Arten [2]), — *Mitchella, Plantago*-Arten, *Rhamnus lanceolatus, Amsinkia spectabilis, Mertensia alpina* [3]), — *Leucosmia* und *Drymospermum*-Arten [4]), *Menyanthes trifoliata* und *Polygonum Fagopyrum*, Fig. 5. *c, d.*

Werfen wir einen allgemeinen Blick auf das, was sich nach Experimenten an den dimorphen Blüthen über die Bedeutung der beiden Formen in Bezug auf die Fortpflanzung herausgestellt hat, so

1) JOHN SCOTT, l. c. p. 78.
2) WEDELL, Histoire naturelle des Quinquinas, p. 21.
3) DARWIN, Journ. of the Linn. Soc. Bot. VI. 1862.
4) ASA GRAY in SILLIMAN und DANA's Journ. 1865. p. 101.

sehen wir, dass in allen Fällen eine Kreuzung der Formen untereinander — was natürlich die Kreuzung der einzelnen Blüthen untereinander in sich begreift — den grössten Einfluss auf eine reichliche Samenbildung ausübt, — während eine Kreuzung unter gleichförmigen Blüthen vorgenommen entweder gar keine oder doch nur eine geringe Samenbildung zur Folge hat; wenn gar eine Bestäubung der Blüthen mit ihrem eigenen Pollen statt findet, so haben wir durch das Experiment, wenigstens an einigen Pflanzen erwiesen, dass dies für die Samenerzeugung am allernachtheiligsten ist. Jedenfalls liegt in diesen dimorphen Blüthen sehr viel was für das Gesetz der nachtheiligen und deshalb vermiedenen Selbstbefruchtung spricht.

Weiter sehen wir in diesem Dimorphismus eine Mittelbildung zwischen den anderen Monoklinen und den Diklinen: ein Verhältniss der Geschlechtsorgane in ihrem morphologischen Bau bei den beiden Formen der Dimorphisten, welches ganz den bei den Diklinen verkommenden Verhältnissen entspricht, so dass man anfangs wirklich hier dieselbe Trennung der Geschlechter vor sich zu haben glaubte — auf der anderen Seite vollständige functionelle Ausbildung beider Geschlechtsorgane in einer Blüthe, also wahrhafte Zwitterblüthen nur in so fern von den meisten anderen Zwitterblüthen verschieden, als die vollständige Functionsfähigkeit der Geschlechtsorgane nicht bei dem Zusammenwirken der Organe einer Blüthe oder der Blüthen eines und desselben Pflanzenstockes statt finden kann, sondern nur bei der Einwirkung auf einen anderen Stock, dessen Blüthen anders geformte Geschlechtsorgane besitzen.

Noch möchten wir hieran einige Worte über die Fortpflanzung der beiden Formen dimorphischer Pflanzen knüpfen: in dieser Beziehung habe ich Experimente an *Primula sinensis* angestellt[1]), deren Erfolg lehrt, dass bei homomorphen Befruchtungen die Nachkommen fast alle der Form angehören, an welcher die Befruchtung angenommen war, also bei der Vereinigung zweier langgriffliger Pflanzen die

---

1) HILDEBRAND, Bot. Zeit. 1864. p. 4.

meisten Nachkommen langgrifflig waren, bei kurzgriffligen Pflanzen kurzgrifflig — während nach heteromorphen Vereinigungen die Nachkommen etwa zur Hälfte der einen, zur Hälfte der anderen Form angehörten; letzteres stimmt damit überein, was wir, wenn auch nicht an der ausländischen *Primula sinensis,* so doch an unserer *Primula* in der freien Natur sehen, wo beide Formen ungefähr gleich stark vertreten sind; es rührt dies daher, dass in der Natur die heteromorphen Verbindungen die häufigsten sind — doch kommen wir auf diesen Punct zurück, wenn wir die ganze Reihe der heterostylen Pflanzen zusammenfassen.

○○ Drei Formen von Blüthen: langgrifflige, mittelgrifflige und kurzgrifflige (Trimorphismus Darwin).

Wie bei den dimorphen *Linum*-Arten der Umstand, dass zwischen der Länge der Staubgefässe im Vergleich zu der der Griffel immer ein Unterschied ist, die Grundlage des Dimorphismus ausmacht, so bestimmt das Vorhandensein zweier verschiedener Kreise von Staubgefässen, die beide unter sich und mit den Griffeln verschiedene Länge haben die Möglichkeit zum Trimorphismus. Diese Möglichkeit sehen wir nun bei *Lythrum Salicaria* und einer grossen Anzahl von *Oxalis*-Arten verwirklicht: es kommen hier drei deutlich verschiedene Blüthenformen vor, von denen jede ausgebildete männliche und weibliche Organe besitzt; der Unterschied der Form liegt darin, dass bei der einen, der langgriffligen, Fig. 6. *a,* die Griffel länger sind als die beiden Kreise der Staubgefässe,

a b c

Fig. 6.

Fig. 6. Geschlechtstheile aus den Blüthen von *Oxalis gracilis, a* die langgrifflige Form, *b* die mittelgrifflige, *c* die kurzgrifflige.

bei der zweiten, der mittelgriffligen, Fig. 6. *b*, die Griffel mit ihrer Spitze in der Mitte zwischen den Antheren der beiden Staubgefässkreise stehen, während bei der dritten Form endlich, der kurzgriffligen, Fig. 6. *c*, die beiden Staubgefässkreise die kurzen Griffel überragen. Wie bei den dimorphen Blüthen entspricht sich die Länge der einzelnen Organe in der Weise, dass in der Höhe, wo bei der langgriffligen Form die Narbe liegt bei der mittelgriffligen und kurzgriffligen die oberen Antheren sich finden, auf gleicher Höhe liegen; dann weiter die oberen Antheren der langgriffligen Form, die Narbe der mittelgriffligen und die unteren Antheren oder kurzgriffligen; ferner die unteren Antheren der langgriffligen und mittelgriffligen Form und die Narben der kurzgriffligen.

Bei *Lythrum Salicaria* ist die Existenz dieser drei Formen zuerst von VAUCHER[1]) und später von WIRTGEN[2]) beobachtet; keiner von beiden hat aber die merkwürdigsten Puncte an diesen 3 Formen herausgefunden, welche in den Beziehungen liegen, die zwischen ihnen in Anbetracht ihrer Fortpflanzung statt finden. ALEFELD[3]) gab zwar auf diese Puncte Acht, kam aber zu keinem Resultat. Auch hier hat DARWIN sein grosses Talent zu experimentiren entwickelt und die Resultate in einer kleinen Schrift niedergelegt[4]). Auch hier könnte man, analog den Vermuthungen bei den dimorphen Blüthen die Meinung haben, dass die langgrifflige Form die weibliche sei, die kurzgrifflige die männliche, und dass hier eine dritte Form, die mittelgrifflige, als wahre Zwitterform sich dazu geselle; aber auch hier erweist der Erfolg der Experimente diese vorgefasste Meinung als falsch. Zwischen den 3 Formen nahm DARWIN 18 verschiedene Arten der Bestäubung vor: er bestäubte die langgrifflige Form mit ihren eigenen 2 Pollenarten (der oberen und unteren Antheren), mit den beiden Pollenarten der mittelgriffligen und den beiden der kurzgriff-

1) VAUCHER, Hist. Phys. des Plantes d'Europe. 1841. II. p. 341.

2) WIRTGEN, Ueber *Lythrum Salicaria* und dessen Formen. Verhandl. des naturh. Ver. f. Rheinl. u. Westph. V. 1848. p. 7.

3) ALEFELD, Bot. Zeit. 1863. p. 417.

4) DARWIN, On the sexual Relations of the three forms of Lythrum Salicaria. Journ. of the Proceed. of the Linn. Soc. VIII. 1864. p. 169 ff.

ligen Form, also im Ganzen in sechserlei Weise; analog diesen Bestäubungen bei der langgriffligen Form, wurden 6 verschiedene Pollenarten bei der Bestäubung der mittelgriffligen und 6 bei der kurzgriffligen Form genommen[1]. Die Hauptresultate waren diese: nur die Bestäubungen bringen eine vollständige Fruchtbildung hervor, welche mit solchen Geschlechtsorganen vorgenommen werden, die in den 3 Formen auf gleicher Höhe stehen, also die Bestäubung der Narbe der langgriffligen Form mit den oberen Antheren entweder der mittelgriffligen oder der kurzgriffligen Form u. s. w.; von diesen 6 Bestäubungsarten lieferten wiederum diejenigen die besten Früchte, welche an der mittelgriffligen Form durch die oberen Antheren der langgriffligen und die unteren der kurzgriffligen vorgenommen wurden. Bei den übrigen 12 Bestäubungsarten war das Gesetz zu erkennen, dass die Unfruchtbarkeit um so grösser war, je verschiedener die Länge der mit einander bestäubten Geschlechtsorgane in den verschiedenen Formen gewesen. — Bei meinen wenigen gleichartigen Experimenten erhielt ich bei diesen letzteren Bestäubungsarten gar keine Früchte. Wir sehen also hier bei *Lythrum Salicaria* ein Gesetz, welches dem bei den dimorphen Primelarten obwaltenden ganz analog ist: alle 3 Formen haben ihre Geschlechtstheile gut entwickelt, die Function derselben ist aber in sofern beschränkt, als durch Bestäuben unter den Geschlechtstheilen einer und derselben Form, also natürlich auch einer und derselben Blüthe[2], keine oder nur eine unvollkommene Befruchtung stattfindet; nur bei den Verbindungen der 3 Formen untereinander und zwar durch Bestäubung zwischen den in correspondirenden Höhen befindlichen Geschlechtsorganen, werden vollständige Früchte erzielt — kurz die Kreuzung der Formen, also auch der Blüthen, ist

1) Es ist noch zu erwähnen, dass der Pollen in den oberen Antheren der mittelgriffligen und kurzgriffligen Form grünlich ist, während derselbe in allen übrigen Antheren eine gelbe Farbe hat.

2) Diese wirklichen Selbstbestäubungen, deren sechserlei möglich sind, nahm Darwin nicht vor, wahrscheinlich würde hier der Erfolg ein noch geringerer gewesen sein als der bei den Bestäubungen erzielte, welche zwischen gleichförmigen Blüthen verschiedener Pflanzenstöcke vorgenommen.

für die Fruchtbildung unvortheilhaft, die Selbstbestäubung der Formen, also auch der einzelnen Blüthen, nachtheilig oder gar nutzlos.

Die ganze Gattung *Lythrum* ist noch in sofern interessant, als in derselben Arten mit Trimorphismus, *L. Salicaria* und *Graefferi*, Dimorphismus bei *L. thymifolia* und Monomorphismus bei *L. hyssopifolia* vorkommen.

Zahlreiche Beispiele für den Trimorphismus liefert die Gattung *Oxalis*[1]), z. B. in den Arten *O. monophylla* (*O. lepida* + *monophylla* + *rostrata Jacq.*), *tubiflora* (*macrostylis* + *tubiflora* + *canescens* + *secunda Jacq.*), *gracilis* Fig. 6 (*gracilis* + *reclinata* + *miniata Jacq.*), *luteola* (*luteola* + *fallax* + *macrogonya Jacq.*) etc. Es ist hier in den systematischen Bearbeitungen der Gattung, namentlich von Jacquin[2]) der eigenthümliche Missgriff gemacht, dass das verschiedene Längenverhältniss der Griffel als Artunterschied angenommen ist, so dass eine und dieselbe Art zu gleicher Zeit mit 3 Namen belegt worden. Leider hat bis jetzt das Material gefehlt um umfassende Experimente in Bezug auf die gegenseitige Stellung der 3 Formen in Rücksicht auf ihre Fruchtbildung einzuleiten; nur mit der langgriffligen Form von *Oxalis rosea* konnten Versuche gemacht werden: aus diesen ergab sich ein auffallender Unterschied in der Zahl der Samen, welche durch Bestäubung der Griffel mit den oberen Antheren erzeugt wurden, und der Zahl derer, die sich in Folge der Bestäubung mit den unteren, bedeutend entfernteren Antheren bildeten, die Zahl der ersteren zu den letzteren verhielt sich wie 5 : 1. Es stimmt dieses Resultat also mit dem überein, was Darwin bei *Lythrum Salicaria* gefunden, dass, je verschiedener das Längenverhältniss der mit einander bestäubten Organe ist, desto geringer sich der Samenertrag herausstellt. In Bezug auf den Nachtheil der Selbstbestäubung, der allerdings aus den Experimenten schon etwas hervortritt, reichen diese bei weitem nicht aus, um ein sicheres Urtheil zu fällen, zumal

1) Hildebrand, Ueber den Trimorphismus in der Gattung *Oxalis*. Monatsber. der Berliner Akademie. 1866. p. 352.

2) Jacquin, Oxalis Monographia.

da keine Versuche mit Exemplaren von verschiedener Form angegestellt werden konnten.

Nur wenig Allgemeines können wir über den Trimorphismus sagen, da vollständige Beobachtungen bis dahin nur an einer Pflanzenart gemacht sind, von der wir schon die Hauptsache angegeben: nach diesen stehen die trimorphen Blüthen in der engsten Verwandtschaft mit den dimorphen sowohl, wie mit den übrigen Monoklinen und auf der anderen Seite den Diklinen; nach dem über *Lythrum Salicaria* angeführten liegt diese Verwandtschaft auf der Hand, wir haben wohl nicht nöthig dieselbe näher auszuführen — auch der Nachtheil der Selbstbestäubung ist schon nachgewiesen.

Kommen wir nun zu einigen Worten über den Dimorphismus und Trimorphismus der Blüthen zusammengenommen. Beide Fälle sollte man lieber unter dem Namen Heterostylie zusammenfassen, der jedenfalls bezeichnend ist und die vorliegenden Blüthen sogleich von denen scheidet, die in anderer Weise, als durch die Längenverhältnisse der Griffel von einander verschieden sind, und auch dimorphisch genannt werden. Die heterostylen Blüthen stellen, wie wir aus den Experimenten gesehen, ein eigenthümliches Mittelding dar zwischen den übrigen monoklinen und den diklinen Blüthen: in der Form der Geschlechtsorgane sind sie mehr oder weniger vollständig monoklinisch, in der Function hingegen gewissermassen mehr oder weniger diklinisch; nur bei Kreuzungen der Formen untereinander werden die vollkommenen Früchte erzeugt, bei Bestäubungen zwischen Geschlechtstheilen einer und derselben Form oder gar einer und derselben Blüthe findet gar keine oder nur kümmerliche Fruchtbildung statt — doch lassen wir die Wiederholung des schon bei Gelegenheit der Besprechung der dimorphen Blüthen gesagten; nur eins ist noch hervorzuheben:

Wir haben bis dahin nur davon gesprochen, dass nach den Experimenten diese Art der Bestäubung vortheilhaft, jene nachtheilig erscheint, ohne der Vorgänge zu gedenken, wie sie wirklich in der Natur statt haben: da die Vereinigungen der verschiedenen Formen untereinander die fruchtbarsten sind, so dürfen wir erwarten, dass

in der Natur Vorkehrungen getroffen sein werden, um diesen Vereinigungen vor denen, welche nicht so vortheilhaft sind, eine grössere Leichtigkeit in der Bewerkstelligung zu bieten, und wirklich erfüllt sich unsere Erwartung dadurch, dass diejenigen Geschlechtstheile, welche in ihrem Zusammenwirken die besten Früchte bringen, bei den verschiedenen Formen in correspondirenden Höhen sich finden; hierdurch geschieht es, dass die Insecten stets mit derselben Stelle ihres Körpers bei dem Besuche der Blüthen die zu verbindenden Geschlechtstheile berühren und dadurch die Vereinigung sehr leicht bewerkstelligen; während die Vereinigung derjenigen Theile, die im Zusammenwirken gar keine oder nur schlechte Früchte erzeugen durch ihre verschiedene Lage erschwert ist. Wir sehen hier also auch äusserlich eine Bevorzugung und Begünstigung der Kreuzung der Blüthen vor der Selbstbestäubung angedeutet. Natürlich kann auch die letztere sowohl durch Insecten als auch, z. B. bei einigen abfallenden Primelarten, ohne die Hülfe dieser bewerkstelligt werden, doch wird sie nur dann für die Pflanze von Wichtigkeit sein, wenn die Bestäubung mit einer anderen Form ausgeblieben; ist diese erfolgt, so wird sie ebenso die Selbstbestäubung überwiegen wie bei der Bastardirung die Bestäubung einer Narbe mit dem Pollen einer anderen Pflanzenart durch die gleichzeitige Bestäubung mit dem Pollen derselben Art meist erfolglos gemacht wird. — Dass wirklich die Insecten diese Blüthen besuchen ist an den meisten derselben durch thatsächliche Beobachtungen erwiesen; für das Nähere über diesen Punct müssen wir aber auf die oben angeführten eingehenderen Schriften verweisen.

β. Das Verhältniss der Griffel- und Staubgefässlänge in allen Blüthen einer und derselben Art gleich.

○ Geschlechtsorgane während der Blüthezeit in ihrer gegenseitigen Lage sich ändernd (Bewegungsdichogamen).

Wir haben bei den Dichogamen gesehen, dass dort mit der verschiedenzeitigen Entwickelung der beiden Geschlechter oft eine Bewegung der Geschlechtsorgane verbunden ist, vermöge welcher die Organe des sich später entwickelnden Geschlechtes mit ihrem

wesentlichen Theil sich an die Stelle begeben, wo vorher die Organe des anderen Geschlechtes zur Zeit ihrer höchsten Entwickelung gestanden, Fig. 3. *e, f.* Unter den Nichtdichogamen kommen nun einige Fälle vor, wo bei gleichzeitiger Entwickelung der Geschlechter doch die Geschlechtstheile die obengenannten bei Dichogamen sich findenden Bewegungen machen, die man hiernach vielleicht mit dem Namen Bewegungsdichogamen bezeichnen könnte. Es gehören dahin z. B. einige Arten von *Salvia* und *Veronica,* auch können wir hierher *Spiranthes autumnalis* ziehen, von welcher wir weiter unten näher sprechen. Ferner sind die Cruciferen (ob alle?) dadurch interessant, dass die Antheren zur Zeit wo sie, auch in der geöffneten Blüthe, noch nicht aufgerissen sind, ihre Vorderseite, an welcher die Risse später auftreten, der Narbe zukehren; sobald sie aufreissen macht jedoch das Filament eine solche Wendung, dass nun die aufgerissenen Seiten gerade von der Narbe abgewandt sind und der pollenlose Rücken diesen zusteht — ein merkwürdiger Ausdruck des Widerwillens gegen die Selbstbestäubung — ganz verhindert ist dieselbe hierdurch allerdings nicht, indem beim nächtlichen Schliessen der Blüthen die Antheren der Narbe näher gerückt werden und von dem Staub, wenn anders dieser nicht schon durch Insecten abgewischt, etwas Pollen auf die Narbe gelangen kann — immerhin ist aber die Selbstbestäubung durch diese Drehung der Antheren erschwert.

Eigenthümlich sind die Verhältnisse bei *Anoda hastata,* Fig. 7. Kurz vor dem Aufgehen der Blüthe bilden hier die Antheren eine Pyramide, die Filamente der oberen sind gerade, die der unteren zurückgekrümmt, darunter verborgen liegen die Griffel mit den kopfigen Narben. Beim Aufgehen, Fig. 7. *b,* brechen die oberen Antheren zuerst auf, dann schreitet von oben nach unten das Aufrichten der Filamente und Aufbrechen der Antheren fort; wenn schon mehrere von jenen aufgerichtet sind, so sieht man zwischen den noch zurückgebogenen, die gleichfalls zurückgebogenen der Filamentsäule eng anliegenden Griffel mit ihren röthlichen Narben in 5 Bündeln zu 4—5. Endlich sind alle Filamente aufgerichtet, Fig. 7. *c,* man sieht nun deutlich

die 5 Griffelbündel der Filamentsäule anliegen, zwischen diesen einzelnen Bündeln ist die Filamentsäule mit abstehenden Haaren bedeckt, so dass die Narben, wie in einer Rinne liegend, vor Berührung sicher

Fig. 7.

gestellt sind. Zuletzt richten sich nun die Griffel auf, Fig. 7. *e*, und überragen mit ihren Narbenenden die entleerten Antheren, deren Filamente sich nunmehr hin- und hergekrümmt; jetzt liegen die Narben an den Stellen, wo früher die eben geöffneten Antheren standen. Hiernach ist anfangs eine Berührung der Narben ganz unmöglich, auch zur Zeit, wo die letzten Antheren sich entwickeln, liegen jene noch zuzückgebogen; erst wenn alle Antheren verstäubt und, in der freien Natur, der Pollen durch Insecten von ihnen entfernt, treten die

Fig. 7. Entwickelungszustände der Geschlechtstheile von *Anoda hastata*, *a* in der Knospe, *b* kurz nach dem Aufgehen der Blüthe, *c* etwas später, alle Staubgefässe sind aufgerichtet, die Griffel (*d* isolirt dargestellt) noch zurückgebogen, *e* noch später: alle Antheren sind verstäubt, die Griffel haben sich aufgerichtet.

Narben von ihrem abgelegenen Platze hervor an einen Ort, wo sie von den Insecten berührt werden können.

Im Allgemeinen müssen wir sagen, dass in den hierher gehörigen Untersuchungen noch eine Lücke ist; es kommt mir wahrscheinlich vor, dass unter den zu den Dichogamen gerechneten Pflanzen sich einige finden mögen, welche mit Unrecht dorthin gestellt werden, und bei denen die Bewegung der Geschlechtsorgane allein den Grund abgegeben hat, um sie zu den Dichogamen zu stellen, während Narben und Antheren zu gleicher Zeit entwickelt sind. Jedenfalls bilden diese mit dichogamischen Bewegungen versehenen Pflanzen einen auffallenden Uebergang zwischen den ächten Dichogamen und den übrigen Nichtdichogamen, und es scheint auch bei den einzelnen Arten selbst keine Constanz in der reinen Bewegungsdichogamie zu bestehen, indem bei einzelnen Blüthen mehr, bei anderen weniger die Neigung zur verschiedenzeitigen Entwickelung der Geschlechter ausgesprochen ist, was ich besonders an *Salvia*-Arten bemerkt; hiernach könnten wir diese Pflanzenarten als solche bezeichnen die noch im thatsächlichen — nicht im ideellen — Uebergang von der einen Form der Geschlechtsverhältnisse zur anderen sich befinden.

Durch diese Bewegungen der Geschlechtsorgane, z. B. bei *Anoda hastata*, zu verschiedener Zeit an einen und denselben Ort ist nun der Bestäubung der Blüthen mit dem Pollen anderer eine günstige Gelegenheit geboten, die Fremdbestäubung angebahnt — während wir aber auf der anderen Seite auch sagen müssen, dass die Selbstbestäubung nicht gerade zu den Unmöglichkeiten gehört.

○○ Geschlechtsorgane während der Blüthezeit in einer und derselben Lage.

Bei der Mehrzahl der Nichtdichogamen bleiben während der Blüthezeit die Staubgefässe und Griffel mehr oder weniger unverändert in ihrer Lage und machen keine Bewegungen zu einander. Unter diesen Fällen giebt es nun wieder mehrere Verschiedenheiten in der Einrichtung der Geschlechtstheile; wir wollen dieselben in zwei Hauptgruppen theilen: je nachdem die Insecten zur Bestäubung unumgänglich nothwendig sind oder nicht.

† Insectenhülfe zur Bestäubung nothwendig.

Die Einrichtungen in den Blüthen, welche die Insectenhülfe zur Bestäubung nöthig machen, können wir hier für unseren Zweck in zwei verschiedene Classen bringen: solche, bei welchen die Insecten keine Selbstbestäubung vornehmen können, sondern den Pollen von einer Blüthe zur andern tragen müssen, und solche, bei denen die Selbstbestäubung durch Insecten möglich ist — was aber nicht die Uebertragung des Pollens auf andere Blüthen ausschliesst.

* Selbstbestäubung nicht möglich oder doch sehr erschwert.

Wenn wir Blüthen vor uns haben, in denen die beiden Geschlechter zu gleicher Zeit entwickelt sind, so kommt es uns wahrscheinlich vor, dass hier, wenn überhaupt Insecten zur Uebertragung des Pollens auf die Narbe nöthig sind, dieselben den Pollen unfehlbar bei ihrer Arbeit in den Blüthen auf die benachbarte Narbe bringen werden; jedoch giebt es Pflanzen, sogar fast eine ganze Familie, die Orchideen, wo eine solche Selbstbestäubung vermöge äusserst merkwürdiger und wunderbarer Einrichtungen nicht möglich ist, und bei denen sich hiernach in um so schärferer Weise, der Widerwille — wenn wir so sagen dürfen — gegen die Selbstbestäubung ausspricht. DARWIN's bekanntes Werk über die Befruchtung der Orchideen durch Insectenhülfe[1]) ist voll von interessanten Entdeckungen und Beobachtungen über diesen Punct, welche wir bei theilweiser Nachuntersuchung durchaus bestätigen müssen. Doch wir dürfen nur vorübergehend diese Einrichtungen berühren und müssen zu näherer Kenntnissnahme derselben auf DARWIN's höchst interessante Schrift verweisen; nur die Aufführung einiger Beispiele scheint geboten:

Bei der Gattung *Orchis*, Fig. 8, werden die Pollenmassen, die Pollinien, dem Insect bei seinem Besuche der Blüthe in solcher Weise angeklebt, dass es dieselben erst beim Verlassen der Blüthe aus der Anthere hervorreisst; durch eine eigenthümliche Bewegung senken sich dann die zuerst von ihrer Basis an aufrecht vom Insectenkörper

---

1) DARWIN, Fertilisation of Orchids.

abstehenden Pollinien, Fig. 8. *c*, so dass sie sich vornüber und seitwärts neigen, Fig. 8. *d*; wenn nun das Insect eine andere Blüthe besucht, so haben die Pollinien eine solche Lage, dass sie zu beiden Seiten an die Narbenflächen gedrückt werden und hier zum Theil ihre Pollenkörner lassen, Fig. 8. *b*. Auch bei *Platanthera chlorantha* reisst das Insect erst beim Verlassen der Blüthe die Pollinien aus der Anthere hervor, so dass es also keine Selbstbestäubung mit denselben vornehmen kann; die Pollinien neigen sich in diesem Falle nicht nach auswärts, divergirend, sondern nach einwärts, convergirend, damit in dieser Weise die nicht seitlich von der Anthere sondern dicht unter ihr liegende Narbe der zunächst besuchten Blüthe berührt werde.

Fig. 8.

Gleichfalls bei *Epipactis* berührt das Insect erst bei seinem Rückzuge aus der Blüthe, nachdem es schon an der Narbe vorbeigekommen, die Stelle, mit deren klebrigem Saft ihm die Pollinien angeheftet werden. *Spiranthes autumnalis* ist für uns namentlich in sofern merkwürdig, als die Blüthe in ihrer Jugend, d. h. gleich beim Aufgehen, zwar beide Geschlechter entwickelt hat, die Narbe aber noch so von der Unterlippe geschützt ist, dass das Insect sie nicht mit den Polli-

Fig. 8. *Orchis mascula*, *a* Blüthe von der Seite, alle Blüthenblätter bis auf einen Theil des gespornten abgeschnitten, so dass hauptsächlich nur die Geschlechtstheile übrig; *b* Blüthe von vorne, in der Mitte die Anthere, darunter seitlich die beiden Narben; *c* ein Pollinium so eben mit einem Stift aus der Blüthe entfernt; *d* 2 Pollinien einige Zeit nach der Entfernung aus der Blüthe, nachdem sie sich vorne über und zur Seite geneigt.

nien, welche es vielleicht in derselben Blüthe angeklebt bekommen, bestäuben kann; erst später tritt die Unterlippe von der Narbe zurück und öffnet nun dem Insect eine Möglichkeit diese zu bestäuben. Wir haben hier also gewissermassen auch eine Bewegungsdichogamie vor uns. Ebenso eigenthümlich ist die Einrichtung in den Blüthen von *Listera ovata*, von der schon SPRENGEL [1]) eine interessante Beschreibung giebt: ein Insect, welches die Blüthen dieser Pflanze besucht, erhält bei der Berührung der Spitze des Rostells vermöge einer milchigen, klebrigen Flüssigkeit die Pollinien angeheftet; so wie dies geschieht, klappt aber das Rostell herunter und biegt sich so vor die früher offen daliegende Narbe, dass diese von dem Insect nicht berührt werden kann; erst nach einiger Zeit richtet sich das Rostell wieder auf, und nun liegt die Narbe frei, während das Insect den Pollen derselben Blüthe längst an der Narbe einer anderen verloren. Auch bei *Cattleya* und *Epipogium Gmelini*[2]) reisst das Insect erst bei seinem Rückzuge die Pollinien mit sich fort — doch genug der Beispiele aus der Familie der Orchideen: wir sehen deutlich daran die Unmöglichkeit der Selbstbestäubung und die merkwürdigen Mittel zur Bestäubung mit dem Pollen anderer Blüthen; *Ophrys Arachnites* und *Cephalanthera grandiflora* machen in dieser Beziehung eine Ausnahme, indem der Pollen auf die Narbe der Blüthe gelangt, in welcher er entstanden — wir sprechen über diese Fälle weiter unten. Uebrigens ist noch zu bemerken, dass die Thätigkeit der Insecten bei den Orchideen in vielen Fällen von DARWIN direct beobachtet worden und dass sie nicht etwa, wie TREVIRANUS [3]) angiebt, nur aus dem Bau, den Verhältnissen, Bewegungen und Veränderungen der Theile abstrahirt worden.

Aus anderen Familien wählen wir als hierhergehöriges Beispiel nur das Stiefmütterchen, *Viola tricolor*. Die 5 Antheren liegen hier in einem Kegel, aus welchem ohne Zuthun der Insecten der Pollen

---

1) SPRENGEL, Geheimniss. p. 406.

2) ROHRBACH, Ueber den Blüthenbau und die Befruchtung von *Epipogium Gmelini*, Goettingen 1866. p. 19.

3) TREVIRANUS, Bot. Zeit. 1863. p. 15.

in die von beiden Seiten mit Haaren eingefasste Rinne des unteren Blüthenblattes, Fig. 9. *c*, fällt; vor dem Eingange zu dieser Rinne, und überhaupt vor dem einzig möglichen Eingange in den Blüthen-

Fig. 9.

sporn, liegt der dicke Narbenkopf, von eigenthümlichem Bau, Fig. 9. *d:* derselbe ist ausgehöhlt, und das Innere der Höhlung ist mit Narbensaft angefüllt; vorn ist die Höhlung offen und hat an ihrem unteren Theile eine lippenartige Klappe, Fig. 9. *d, e,* welche nach

Fig. 9. Blüthentheile des Stiefmütterchens, *Viola tricolor; a* eine Blüthe von der Seite, einige Blätter entfernt, so dass die Geschlechtstheile zu sehen; *b* diese Geschlechtstheile stärker vergrössert, die vorderen den Fruchtknoten bedeckenden Antheren entfernt; *c* ein Stück des unteren Blüthenblattes mit der von Haaren gebildeten Rinne, in welche der Pollen aus dem Antherenkegel fällt; *d* Mittlerer Theil der Blüthe von vorne gesehen, der dicke Narbenkopf verschliesst den Eingang zum Blüthensporn; *e* der Griffel mit der Narbe längs durchschnitten in der Stellung zum Fruchtknoten, welche er beim Rückziehen einer Nadel aus dem Blüthensporn einnimmt.

unten umgebogen und mit Papillen bedeckt ist; mit ihrem unteren Rande liegt sie dicht dem unteren Blumenblatt auf, Fig. 9. *b*, *d*: wenn nun ein Insect den Rüssel in die Blüthe steckt, um zum Sporn zu gelangen, in welchen aus den Spornen der hinteren Antheren der Honigsaft abgeschieden wird, so geschieht dies an der Stelle, wo die Narbenlippe dem unteren Blumenblatt aufliegt; diese wird durch den Stoss des Insects noch weiter nach dem Sporn der Blüthe zu umgebogen, ausserdem wird zugleich der ganze Narbenkopf wegen einer eigenthümlichen Befestigung des Griffels an dem Fruchtknoten, Fig. 9. *e*, nach oben gedrückt; der Insectenrüssel streift nun durch die Rinne des unteren Blumenblattes hindurch, in welcher der Pollen, aus den Antheren gefallen, liegt, und erhält so einen Theil davon angestrichen. Zieht das Insect darauf, nachdem es den Blüthensporn von Honigsaft entleert, seinen Rüssel zurück, so wird dadurch die Lippe des Narbenkopfes nach oben gedrückt und zwar so, dass die Oeffnung zur Narbenhöhle damit zum Theil verdeckt wird, wenigstens derartig, dass von dem am Rüssel haftenden Pollen nichts in diese Narbenhöhle gelangen kann. Fliegt nun das Insect zu einer folgenden Blüthe, so verursacht es dort dieselben, so eben beschriebenen Bewegungen in den Theilen, aber durch dieselben nunmehr die Bestäubung der Narbe: beim Eintritt des Rüssels in die Blüthe wird der an ihm haftende Pollen gegen die Lippe des Narbenkopfes gestrichen und bleibt an dessen Papillen hängen; bei dem Rückzuge des Rüssels darauf, wird die Lippe nun in die Höhe gedrückt, und so der daran haftende Pollen in die Narbenhöhle hineingepresst, in welcher er sehr leicht durch die darin befindliche klebrige Flüssigkeit festgehalten wird. Durch eine derartige von verschiedenen Insecten wiederholte Manipulation geschieht es, dass wir oft die Narbenhöhle ganz dicht mit Pollenkörnern angefüllt finden, an denen wir die verschiedensten Stufen der Schlauchbildung studiren können — solche mit Pollen angefüllten Narbenhöhlen findet man selbst oft in den Fällen, wo der Pollen aus den Antheren derselben Blüthe noch gar nicht in die besprochene Rinne hineingefallen ist, so dass eine Bestäubung mit dem eigenen Pollen der Blüthe

schon hierdurch nicht möglich war und es offenbar ist, dass der in der Narbenhöhle befindliche Pollen aus anderen Blüthen herbeigetragen worden. Dass übrigens die Insectenthätigkeit nicht nöthig ist, damit der Pollen in die genannte Rinne falle, sehen wir daraus, dass Blüthen, welche im Zimmer aufgehen, auch nach einiger Zeit den Pollen in der Rinne haben; an solchen Blüthen kann man durch wiederholtes Hineinstecken und Herausziehen einer feinen Nadel die Narbenhöhle leicht ganz mit Pollenkörnern vollstopfen. — Wir haben hier also an *Viola tricolor* eine merkwürdige Vorrichtung, durch welche bewirkt wird, dass das Insect den Pollen von einer Blüthe auf die Narbe der anderen befördert[1].

Sowohl an diesen Einrichtungen bei *Viola tricolor* als an denen, wie wir sie von einzelnen Orchideen angedeutet haben, ist hiernach ersichtlich, dass hier einer Bestäubung der Blüthen mit ihrem eigenen Pollen sehr grosse Schwierigkeiten in den Weg gelegt sind, während die Uebertragung des Pollens von einer Blüthe zur anderen durch bestimmte Einrichtungen in auffallender Weise gefördert ist. Hierdurch stehen diese Pflanzen in einer gewissen Verwandtschaft zu den Dichogamen: was dort hauptsächlich durch die verschiedenzeitige Entwickelung der beiden Geschlechter in einer Blüthe bewirkt wurde, das tritt hier durch die eigenthümliche Lage der Geschlechtstheile zu einander ein. — Auch hier kann die Bestäubung nur durch Insecten erfolgen.

In dieser Abtheilung treten uns wiederum solche Fälle entgegen, wo durch Experimente sich herausgestellt hat, dass eine bei solchen offenbaren Hindernissen der Selbstbestäubung doch vorgenommene Uebertragung des Pollens auf die Narbe derselben

---

1) Vollständig ausgeschlossen ist hier die Selbstbestäubung durch Insecten genau genommen nicht, da es möglich erscheint, dass ein Insect in eine und dieselbe Blüthe den Rüssel hintereinander wiederholt hineinsteckt und herauszieht — in Wirklichkeit thun dies aber die Insecten nicht, sondern stecken den Rüssel in die Blüthe, saugen ruhig, und ziehen ihn dann wieder heraus, um sich zu einer anderen Blüthe zu begeben.

Blüthe, für die Befruchtung, die Fruchtbildung, durchaus schädlich, sogar nutzlos ist. Die interessantesten Experimente in dieser Hinsicht hat in neuerer Zeit JOHN SCOTT[1]) an Arten von *Oncidium* gemacht; die Resultate dieser zusammenfassend sagt derselbe: »Zuerst sehen wir, dass das männliche Element an *Oncidium microchilum* das weibliche der beiden verschiedenen Arten *O. ornithorhynchum* und *O. divaricatum cupreum* befruchten kann und doch vollständig unfähig ist, auf sein eigenes weibliches Element zu wirken; dessen ungeachtet wird die Empfänglichkeit des letzteren (des weiblichen Elementes) durch seine fruchtbaren Vereinigungen mit einem anderen Individuum derselben Art bewiesen, und ebenso durch seine fruchtbare Vereinigung mit einem anderen Individuum von einer verschiedenen Art, nämlich von *O. divaricatum cupreum*. Zweitens befruchtet das männliche Element das weibliche von *O. ornithorhynchum* und *O. divaricatum cupreum* und ebenso ein anderes Individuum seiner eigenen Art, während es auf sein eigenes weibliches Organ durchaus keine Wirkung hat.« Es ist also hier die Unempfänglichkeit des weiblichen Organes gegenüber dem Pollen derselben Blüthe so gross, dass es sich durch diesen gar nicht befruchten lässt, während der Pollen nicht nur von einer Pflanze derselben, sondern sogar einer anderen Art auf sie befruchtend wirkt. — Von anderen ähnlichen Fällen haben wir schon oben gesprochen.

** Selbstbestäubung möglich, aber nicht nothwendig.

Wir kommen zu den nichtdichogamischen Monoklinen, deren Geschlechtstheile sich in solcher Lage zu einander befinden, dass sie sich nicht ohne Beihülfe der Insecten bestäuben können, wo aber die Einrichtungen derartig sind, dass die Insecten nicht nothwendig den Pollen von einer Blüthe zur anderen tragen müssen, sondern ihn auch von den Antheren einer Blüthe auf die Narbe dieser selbigen bringen können. Es ist hier also eine Selbstbestäubung möglich; bei

---

1) JOHN SCOTT, On the Individual Sterility and Cross-Impregnation of certain Species of Oncidium. Journ. of the Proceed. of the Linn. Soc. Bot. VIII. 1864. p. 162.

genauerer Betrachtung der Einrichtungen in diesen Blüthen ist es jedoch am wahrscheinlichsten, dass eine Uebertragung des Pollens von Blüthe zu Blüthe, neben etwaiger Selbstbestäubung, nie unterbleibt. Es würde zu weit führen hier alle bekannten Fälle anzugeben, es gehören namentlich viele von denjenigen Pflanzen hierher, welche man als Belege dafür angeführt hat, dass beide Geschlechter einer und derselben Blüthe sich mit Leichtigkeit vereinigen könnten.

Eine Familie ist hier zu nennen, welche in auffallender Weise die Nothwendigkeit der Insectenhülfe zur Bestäubung zeigt, es sind dies die Asclepiadeen. Was hat man sich nicht geplagt um hier die Befruchtungsweise zu erklären, bis Robert Brown[1]) sein Beobachtungstalent dieser Familie zugewandt: er fand, dass die Pollinien aus ihren Behältern hervorgezogen werden müssen und in die zwischen je zwei Antheren befindliche Spalte eingezwängt werden, welche zum empfänglichen Theile des Narbenkopfes führt; wie jedoch dies zu Wege kommt hat er nicht näher beschrieben, so dass ich mich veranlasst gesehen eine kurze Notiz über diesen Act zu geben[2]): durch eine und dieselbe Bewegung bekommen die Insecten indem sie das Bein in der Spalte entlang schleifen zuerst die Pollinien angeklemmt und zwängen dieselben dann in die nächste Spalte hinein, in welche sie mit ihrem Bein gerathen[3]). Hiernach wird die Uebertragung der Pollinien auf die Narbe derselben Blüthe zwar nicht verhindert, sie ist aber nicht der einzig mögliche Fall; im Gegentheil

---

1) R. Brown, Fecundation of Orchideae and Asclepiadeae. London 1831. Ebenda finden wir auch eine Aufzählung aller Erklärungsweisen.

2) Hildebrand, Ueber die Befruchtung der *Asclepias Cornuti*. Bot. Zeit. 1866. p. 376.

3) So eben sehe ich, dass Delpino Federico, Relazione sul Apparecchio della Fecondatione nelle Asclepiadee etc. Torino 1865, an *Physianthus albens* den meinen an *Asclepias Cornuti* ganz ähnliche Beobachtungen gemacht hat, und ohne von diesen zu wissen fast mit denselben Worten beschrieben; er sagt l. c. Introductione p, 16: Adunque il processo meccanico nel Physianthus consiste in due distinte operazioni: cioè nella estrazione delle masse polliniche dalle logge delle antere, e nella successiva immissione delle medesime in una cavità preparata appositamente. E quel que maggiormente reca stupore si è che lo stesso identico meccanismo, il quale serve così ingegnosamente per la estrazione, serve non meno ingegnosamente per la immissione delle masse fecundanti suddette.

lieferten die Beobachtungen an *Asclepias Cornuti* einen Beweis, dass die Uebertragung des Pollens durch die Bienen sehr oft von Blüthe zu Blüthe vollzogen wird, indem an jüngeren Blüthen oft alle Pollinien entfernt sind, ohne dass man solche schon in den zur Narbe führenden Spalten derselben Blüthe findet.

Andere hierher gehörige Pflanzen, bei denen die Nothwendigkeit der Insectenhülfe zur Bestäubung sehr ins Auge fällt, sind die *Iris*-Arten[1], *Pedicularis*[2], *Vinca*, *Heliotropium*, *Crocus* etc. Bei anderen scheint die Hülfe der Insecten nicht so nothwendig, ist es aber dennoch nach den im Zimmer angestellten Experimenten. Es gehören dahin namentlich diejenigen Pflanzen in deren Blüthen die Narben höher stehen als die Antheren und also bei aufrechten Blüthen die Griffel länger sind als die Staubgefässe, Fig. 10, bei hängenden Blüthen kürzer. Henschel[3]) führt eine grosse Anzahl von diesen an: Myrtaceen, Melastomaceen, *Passiflora* etc., die ihm als Beweis gegen die Geschlechtlichkeit und Bestäubung der Pflanzen überhaupt dienen, da ja der Pollen bei seinem Fall aus den Antheren nicht an der Narbe vorbeikomme, deshalb diese also nicht bestäuben könne — wir sehen in allen diesen Fällen nur eine Vorrichtung, bei welcher die Insecten mit grosser Leichtigkeit den Pollen von Blüthe zu Blüthe tragen können: bei der hier überall ihnen zuerst entgegenstehenden Narbe berühren sie diese zuerst und bestäuben sie mit dem Pollen der Blüthen, von welchen sie kommen; erst dann gelangen sie zu den Antheren und erhalten Staub von diesen angeheftet; bei ihrem Rückzuge kommen sie nun freilich wieder an der Narbe derselben Blüthe vorbei und es ist nicht abzustreiten, dass sie hier von dem so eben an sie gestrichenen Pollen etwas lassen können, erschwert ist dies aber jedenfalls öfter dadurch, dass die empfängliche Stelle der Narbe so liegt, dass sie bedeutend leichter von dem in die Blüthe eintretenden Insect berührt werden kann, als wenn dasselbe auf seinem Rückzuge daran vorbeikommt — natürlich streiten wir

---

1) Sprengel, Geheimniss, p. 69.
2) Hildebrand, Bot. Zeit. 1866. p. 73.
3) Henschel, Sexualität, p. 69, 75 ff.

nicht, dass Fälle sich finden wo der Pollen aus den Antheren sehr leicht auf die benachbarte Narbe gebracht werden kann, z. B. bei

Fig. 10.

den *Papaver*-Arten, es ist aber doch immerhin die Möglichkeit vorhanden, dass hier eine Kreuzung der Blüthen untereinander vorgenommen wurde.

Auch die Labiaten und Papilionaceen[1]), z. B. *Medicago*, *Indigofera*, *Cytisus*[2]) gehören zum grössten Theil hierher; zwar stehen hier Narbe und Antheren so nahe bei einander, dass man es für un-

Fig. 10. *a* Schiffchen von *Ononis spinosa* mit den darin eingeschlossenen Geschlechtstheilen, *b* Blüthe vom Schellkraut, *Chelidonium maius*, *c* vom Apfelbaum *Pyrus malus*, *d* vom Ingwer *Zingiber officinarum*.

1) Darwin, On the agency of bees in the fertilisation of papilionaceus flowers etc. Ann. of Nat. hist. 1858.

2) Hildebrand, Ueber die Vorrichtungen an einigen Blüthen zur Befruchtung durch Insectenhülfe. Bot. Zeit. 1866. p. 74.

vermeidlich hält, dass sie sich ohne weitere äussere Beihülfe vereinigen, und doch ist dies meistens nicht der Fall: an hierher gehörigen Blüthen, die im Zimmer sich öffnen, beobachtet man selten die unmittelbar zwischen den geöffneten Antheren oder darüber stehende Narbe bestäubt, erst durch den Hinterleib der Insecten, bei Papilionaceen, oder deren Kopf, bei Labiaten, wird der Pollen auf die Narbe gewischt, zum Theil aber mit fortgeführt und, da in der nächst besuchten Blüthe das Insect die nämlichen Stellungen einnimmt wie in der vorhergehenden, mit der Narbe derselben in Berührung gebracht. Besonders ist, was wir vorher schon für andere Fälle andeuteten, bei den Papilionaceen die Fremdbestäubung dadurch angebahnt, dass die Narbe über den Antheren steht, Fig. 10. *a*, so dass ein Insect diese zuerst beim Besuche berührt und dadurch den Pollen der kurz vorher befruchteten Blüthe auf sie abwischt.

Im Allgemeinen sehen wir in allen diesen Fällen die Möglichkeit einer Bestäubung der Narbe mit dem Pollen derselben Blüthe vorhanden, daneben aber Vorkehrungen getroffen, welche eine Kreuzung der verschiedenen Blüthen untereinander ebenso möglich machen. Blicken wir dann gar auf die Vorgänge, wie sie in der Natur selbst an diesen Blüthen statt finden, so müssen wir sagen, dass hier durch die Insecten fast ausnahmslos eine Fremdbestäubung der Blüthen vorgenommen werde, neben welcher die Selbstbestäubung sehr in den Hintergrund tritt. Wir sehen hiernach in dieser Abtheilung von Blüthen so wie in der folgenden das Gesetz der vermiedenen Selbstbestäubung im Verhältniss zu den vorhergehenden Fällen zurücktreten und nur in der Hinsicht zur Geltung kommen, dass der Fremdbestäubung dieser Blüthen in der Anlage derselben günstigere Gelegenheit wird, als der Selbstbestäubung.

†† Insectenhülfe zur Bestäubung nicht nöthig.

Bei den vorhergehenden Blüthen haben wir gesehen, dass, trotz der gegenseitigen Nähe der beiden Geschlechter, die Insecten den Pollen auf die Narbe bringen müssen, es bleiben nur noch die Fälle übrig, wo auch ohne Hülfe der Insecten eine Bestäubung erfolgen

kann. Im Verhältniss zu den anderen besprochenen Abtheilungen ist die Anzahl der hierher gehörigen Fälle — abgesehen von den Gramineen und Cyperaceen — nur eine verhältnissmässig geringe: es gehört dahin eine Anzahl von den Fällen, welche HENSCHEL in dem Capitel über die Selbstbestäubung durch den Fall des Pollens[1]) bespricht. Diese Möglichkeit der Selbstbestäubung ist hauptsächlich dadurch gegeben, dass die Antheren sich über der Narbe befinden, oder genauer gesagt, dass in aufrechten Blüthen die Staubgefässe länger sind als der Griffel, z. B. bei *Vitis vinifera*, *Chenopodium*-Arten, Fig. 11. *a*, oder bei hängender Blüthe der Griffel länger als die Staubgefässe, z. B. bei *Fritillaria imperialis*, *Convallaria maialis*, Fig. 11. *b*. Bei den einzelnen dem Anscheine nach hierher gehörigen Blüthen ist aber noch festzustellen, ob bei dieser Lage der Antheren zur Narbe der Pollen auch wirklich auf diese fällt, oder ob, wie bei *Cyclamen*, *Galanthus nivalis* etc., nicht Insecten nöthig sind um ihn aus den Antheren herauszubringen, in welchem Falle wir diese Blüthen zu den schon vorher besprochenen rechnen müssen. In dieser Beziehung sind genauere Versuche mit Blüthen im Zimmer anzustellen — z. B. mit solchen Ranunculaceen, deren Antherenrisse von der Narbe abgewandt liegen, wodurch eine Selbstbestäubung vermieden zu sein scheint — um über jede Pflanze sicher urtheilen zu können. Es muss übrigens daran erinnert werden, dass bei der verschiedenen Lage der Blüthen in einem und demselben Blüthenstande einige aufrecht stehen, andere

a b

Fig. 11.

Fig. 11. *a* Blüthe von *Chenopodium ambrosioides*, *b* vom Maiglöckchen, *Convallaria maialis*.

1) HENSCHEL, Sexualität, p. 59.

geneigt, noch andere gerade umgekehrt, so dass bei den einen der Fall des Pollens auf die Narbe derselben Blüthe möglich ist, bei anderen benachbarten nicht; überhaupt sind in solchen Blüthenständen die Kreuzbestäubungen der einzelnen Blüthen untereinander sehr begünstigt, indem oft die Staubgefässe der einen zu der Narbe der anderen Blüthe hinüberragen. Weiter ist auch in den Fällen wo die Narbe unter den Antheren steht, ihre empfängliche Fläche von diesen abgewandt, so dass bei dem Fall der Pollen nur schwierig auf dieselbe gelangen kann, und so doch die Thätigkeit der Insecten zur Bestäubung vielleicht nöthig ist. Für unsere Frage scheint mir jedoch die Entscheidung und Unterscheidung dieser Fälle nicht von besonderem Werth zu sein, indem hier bei den Fällen, welche wirklich zu der vorliegenden Abtheilung gehören, dasselbe gilt, wie von der vorhergehenden, wo Insecten zur Bestäubung nöthig waren: hier wie dort ist dadurch, dass die Insecten überall den Zugang zur Blüthe haben und Pollen von einer Blüthe zur anderen tragen können die Wichtigkeit der Bestäubung mit dem eigenen Pollen in den Hintergrund gedrängt — in der Natur werden factisch alle diese Blüthen von Insecten besucht, der Pollen von der einen wird zu der Narbe der anderen getragen, und es findet sich hier kein Fall, wo die Selbstbestäubung allein möglich wäre.

Uebrigens muss noch einmal darauf aufmerksam gemacht werden, dass wahrscheinlich eine verhältnissmässig nur kleine Zahl von Pflanzen zu dieser Abtheilung gehört, bei welcher das Gesetz der vermiedenen fortwährenden Selbstbefruchtung nicht mehr so deutlich in die Augen springt. In keinem von allen diesen und den vorhergehenden Fällen ist die Fremdbestäubung verhindert oder gar unmöglich gemacht.

II Antheren der Narbe anliegend.

Im Allgemeinen giebt es nicht sehr viele Pflanzen, in deren Blüthen die Antheren der Narbe so anliegen, dass der Pollen direct auf diese gelangt, und aus denen hiernach das Gesetz einer vermiedenen

Selbstbestäubung uns nicht entgegen tritt[1]. Besonders schwindet die Zahl dieser Pflanzen sehr zusammen, wenn wir mit sichtender Hand die Fälle behandeln, wo die Antheren sich schon in der Knospe öffnen und bei denen die Selbstbestäubung wegen des derzeitigen Anliegens der Antheren an der Spitze des weiblichen Organs ganz unvermeidlich erscheint. Es sind nämlich diese Pflanzen zum grössten Theile protandrische Dichogamen, d. h. die Antheren öffnen sich ehe das weibliche Organ vollständig zur Entwickelung gekommen und die Narbe conceptionsfähig geworden; der Theil des weiblichen Organes, welcher in der Knospe den offenen Antheren anliegt, ist nicht die eigentliche Narbenfläche, sondern diese liegt noch unentwickelt im Innern der meist kopfig erscheinenden Griffelspitze eingeschlossen und kommt erst zur Entwickelung, wenn die Antheren an der aufgegangenen Blüthe längst von der Griffelspitze sich entfernt und ihren Pollen verloren haben.

Das beste Beispiel hierfür liefern die Lobeliaceen und Campanulaceen; namentlich habe ich an *Siphocampylus bicolor* dieses Verhältniss näher nachgewiesen und die Unmöglichkeit der Selbstbestäubung festgestellt[2]: der Pollen, schon in der Knospe aus dem Antherencylinder ins Innere desselben hervorgetreten, und dem Narbenkopf enganliegend, wird von diesem, bei dem Wachsthum des Griffels aus dem Antherencylinder hinausgebürstet, Fig. 12. *b*, und fliegt davon oder wird durch Insecten entfernt; nur wenig Körner bleiben dem Narbenkopf anhaften, und auch diese können nicht zur Selbstbestäubung angewandt werden, da sie bei der weiteren Entwickelung des Narbenkopfes, durch die sich umrollenden Ränder der Narbe vollständig von der empfänglichen Narbenfläche abgeschlossen werden, Fig. 12. *e*; aus einer jüngeren Blüthe muss der Pollen auf die Narbe einer älteren zum Behufe der Bestäubung getragen werden. — Besonders sind die Campanulaceen als ein vermeintlicher Fall nothwendiger Selbstbefruchtung von vielen Forschern untersucht worden, von denen sich

1) Damit ist aber noch nichts gegen die Nachtheiligkeit dieser Selbstbestäubung für die Fruchtbildung gesagt.

2) HILDEBRAND, Bot. Zeit. 1866. p. 77.

die einen: Cassini[1]), Treviranus[2]), Hartig[3]) und Gaertner[4]) für diese entschieden, die anderen: Sprengel[5]), Wiegmann[6]), und Henschel[7]) dagegen; nach meinen Untersuchungen, die jedoch noch durch genauere Experimente zu erweitern sind, findet hier eine Selbstbefruchtung nicht statt. — Auch bei den Compositen öffnen sich die Antheren in der Knospe, aber auch hier findet der hervortretende Pollen noch keine entwickelte Narbe und wird bei seinem Hervortreten aus dem Antherencylinder von den Insecten sogleich abgewischt — doch lassen wir die Anführung von Einzelheiten.

Fig. 12.

Ueberhaupt ist darauf aufmerksam zu machen, dass man mit Unrecht durchweg die Blüthen für Selbstbestäuber gehalten, deren Antheren sich schon in der Knospe öffnen: bei denen, wo die An-

Fig. 12. *Siphocampylus bicolor: a* kürzlich aufgegangene Blüthe, *b* die Geschlechtstheile derselben längs durchschnitten, *c* die unentwickelte Griffelspitze, *d* eine ältere Blüthe, *e* die Narbe derselben im Längsschnitt.

---

1) Cassini, Opusc. phytologiques. II. p. 374.
2) Treviranus, Ueber die Griffelhaare der Campanulaceen, Bericht der Naturforscherversammlung zu Erlangen 1840. p. 29.
3) Hartig, Neue Theorie der Befruchtung der Pflanzen. p. 15.
4) Gaertner, Befruchtungsorgane etc. p. 338.
5) Sprengel, Geheimniss. p. 110.
6) Wiegmann, Flora 1832. p. 27.
7) Henschel, Sexualität.

theren der Spitze des Griffels, der scheinbaren Narbe, anliegen, ist dieser Irrthum leicht denkbar, weniger verzeihlich ist er aber für die zahlreichen Fälle, z. B. bei vielen Labiaten und Leguminosen — von denen GAERTNER[1]) die Selbstbestäubung behauptet — wo die Narbe gar nicht in der Knospe von den Antheren so dicht berührt wird, dass der Pollen auf sie schon hier direct gelangen muss. Man lasse nur diese Blüthen im Zimmer aus der Knospe sich entwickeln und aufblühen, so wird man leicht sehen, dass hier die Narbe, wenn auch noch so nah zwischen oder über den Antheren befindlich, dennoch ganz frei von Pollenkörnern bleibt.

Nach Ausscheidung aller dieser Fälle kommen wir zu dem oben schon angegebenen Resultat, dass nur bei wenigen Blüthen wirklich eine Selbstbestäubung unvermeidlich ist. Diese unumgängliche Selbstbestäubung schliesst nun nicht zugleich eine nothwendige Selbstbefruchtung in sich, wie wir sogleich sehen werden, sondern wir haben zweierlei Fälle: entweder es erfolgt die Befruchtung, oder sie erfolgt nicht.

* Es erfolgt keine Befruchtung ohne Kreuzung der Blüthen.

Es schien kaum denkbar, dass sich ein Fall finden würde, wo bei dem Anliegen der geöffneten Antheren an der ausgebildeten Narbe, also bei unvermeidlicher Selbstbestäubung, dennoch keine Fruchtbildung, keine Selbstbefruchtung, eintrete, — und dennoch habe ich bei meinen Experimenten einen solchen, der in keiner Weise sich bezweifeln lässt, aufgefunden, nämlich in der Befruchtungsweise von *Corydalis cava*[2]), mit der vielleicht auch die von *Corydalis solida* übereinstimmt. Wenn die Blüthen dieser Pflanze, bei welchen die geöffneten Antheren der Narbe eng anliegen, Fig. 13. *e*, vor Insecten ganz geschützt werden, bildet sich aus ihnen niemals eine Frucht; dass hier nicht etwa der Umstand an der Fruchtlosigkeit Schuld ist, dass vielleicht doch der Pollen nicht an die empfängliche Stelle der Narbe komme, geht daraus hervor, dass auch solche Blü-

1) GAERTNER, Befruchtungsorgane. p. 328.

2) HILDEBRAND, Ueber die Befruchtung von *Corydalis cava*, in PRINGSHEIM's Jahrbüchern. Bd. V. p. 359.

then, deren Narben rings mit dem Pollen der umgebenden Antheren bewischt wurden, dennoch keine Frucht ansetzten. Zu einer vollständigen Fruchtbildung kommen die Blüthen nur dann, wenn man den Pollen von den Blüthen der einen Pflanze auf die Narbe der Blüthen einer anderen bringt; zwar entstehen auch Früchte, wenn die Blüthen einer und derselben Traube miteinander gekreuzt werden, aber diese enthalten bedeutend weniger Samen und kommen nicht immer zur vollständigen Ausbildung. — In der Natur kann man beobachten wie Insecten, namentlich Bienen, diese Kreuzung der Blüthen von verschiedenen Exemplaren unter einander vornehmen: indem sie die Blüthen besuchen drücken sie die beiden inneren Blüthenblätter von den Geschlechtstheilen herunter, Fig. 13. *c*, und diese werden gegen den Bauch des Insects hin- und hergerieben; der Pollen bleibt in dieser Weise zum Theil an dem Bauche sitzen und wird leicht auf die Narbe einer anderen Blüthe übertragen. — Wir sehen hier an der *Corydalis cava* eine interessante Stufenleiter in den Erfolgen der verschiedenen Bestäubung: Selbstbestäubung liefert gar keine Frucht; Kreuzung der Blüthen eines und desselben Pflanzenstockes liefert nur wenig Früchte mit wenigen, zum Theil schlechten

Fig. 13.

Fig. 13. Blüthen und Blüthentheile von *Corydalis cava:* *a* eine Blüthe von der Seite, *b* die der Narbe anliegenden Antheren, einige Zeit vor dem Oeffnen der Blüthe, *e* dieselben kurz vor dem Oeffnen der Blüthe; *d* Narbenkopf nach Entfernung der Antheren; *e* Blüthe, in welcher die Lage der Theile dargestellt ist, wenn ein Insect die Blüthe besucht, die inneren Blüthenblätter sind von den Geschlechtstheilen hinuntergedrückt.

Samen; nur bei der Keuzung zwischen verschiedenen Pflanzenstöcken werden stets Früchte mit guten Samen erzeugt.

Wahrscheinlich ist, dass diese Eigenthümlichkeit der *Corydalis cava* sich auch noch bei einzelnen anderen Pflanzen finden wird, deren Selbstbefruchtung man bei der unvermeidlichen Selbstbestäubung ausser allem Zweifel zu sein glaubte. Nach den oben angeführten Beobachtungen von John Scott[1]) scheint auch *Primula verticillata* hierher zu gehören, indem bei dieser, trotz des Anliegens der Antheren an der Narbe, oft doch keine Früchte sich bilden, wenn nicht die Blüthen verschiedener Stöcke gekreuzt werden; Scott nennt dieses Verhältniss einen Dimorphismus in der Function der Geschlechtstheile, eine Bezeichnung die wegen ihrer Widersinnigkeit zu verwerfen ist, wir möchten den vorliegenden Fall mit *Corydalis cava* in eine Linie stellen.

Nach den in ziemlichem Umfange und mit möglichster Genauigkeit an einer grossen Anzahl von Exemplaren der *Corydalis cava* angestellten Experimenten und deren Erfolgen haben wir hier einen der interessantesten Fälle unter den Befruchtungsverhältnissen vor uns, der eine starke Stütze für die Ansicht ist, dass die fortwährende Selbstbestäubung für die Pflanzen schädlich sei: gerade hier, wo eine fortwährende Selbstbestäubung unvermeidlich ist, das Gesetz von der vermiedenen Selbstbestäubung also nicht gilt, tritt das Gesetz der nachtheiligen Selbstbestäubung offenbar hervor indem diese unvermeidliche Selbstbestäubung ganz erfolglos ist; es muss Pollen von einer anderen Blüthe herbeigeführt werden, um eine Frucht zur Bildung zu bringen. Möge dieser interessante Fall eine Anregung sein, durch die so einfach anzustellenden Experimente noch Aehnliches zu finden.

** Es erfolgt wirkliche Selbstbefruchtung.

Wenn durch Aneinanderliegen von Narbe und geöffneten Antheren die Selbstbestäubung unvermeidlich, und bei dieser unver-

---

1) p. 39.

meidlichen Selbstbestäubung eine Befruchtung wirklich statt findet, so haben wir in allen diesen Fällen (die weiter unten zu besprechenden nie offenen Blüthen ausgeschlossen) die Blüthen immer doch so organisirt, dass eine Kreuzung derselben untereinander nicht ausgeschlossen, sondern durch Insecten leicht zu bewerkstelligen ist.

Hierher gehört die Gattung *Fumaria,* wie überhaupt die meisten der Fumariaceen (mit Bestimmtheit können wir aber nicht von allen diesen behaupten, dass hier bei unumgänglicher Selbstbestäubung auch wirklich Selbstbefruchtung statt habe); bei diesen ist zwar der Narbenkopf mit den daran liegenden Antheren vollständig zwischen zwei Blüthenblättern eingeschlossen, so dass v. Mohl[1]) die Uebertragung von Pollen aus einer Blüthe in die andere für unmöglich hält, jedoch ist die Vorrichtung in den Blüthen eine solche, dass die sie besuchenden und Honigsaft saugenden Insecten die Kapuze von den Geschlechtsorganen zurückschieben, diese berühren und in solcher Weise Pollen von Blüthe zu Blüthe tragen, was man leicht direct beobachten kann und wovon wir soeben bei *Corydalis cava,* Fig. 13, gesprochen.

Ein weiteres Beispiel dieser Art scheinen die *Canna*-Arten zu liefern, z. B. *Canna indica;* diese in Zimmern leicht vor dem Einfluss der Insecten abschliessbare Pflanze trägt hier ohne künstliche fremde Beihülfe gute, keimfähige Samen; jedoch scheint mir hier der in den Zimmern nicht ganz zu vermeidende Luftzug eine Rolle zu spielen, indem nicht die ganze blattartige, sogenannte Narbe, an welche der Pollen seitlich angedrückt wird, empfängnissfähig ist, sondern nur deren Rand auf welchem beim Aufgehen der Blüthe aus der geöffneten Anthere noch keine Pollenkörner sich finden. Jedenfalls ist auch hier nicht die Möglichkeit einer Fremdbestäubung ausgeschlossen, Insecten können leicht die freistehenden Geschlechtstheile berühren und so eine Blüthe mit der anderen vereinigen.

Ein anderer hierhergehöriger Fall findet sich in den Blüthen

---

1) H. v. Mohl, Bot. Zeit. 1863. p. 325.

von *Salvia hirsuta*[1]: durch Experimente, im Zimmer angestellt, lässt sich erweisen, dass hier, wo der eine Narbenlappen den geöffneten Antheren aufliegt, bei dieser Selbstbestäubung eine wirkliche Fruchtbildung statt findet; dass aber ausserdem eine Fremdbestäubung durch Insectenhülfe möglich ist, geht aus dem Bau der Blüthe hervor.

Weiter erwähne ich den Lein, *Linum usitatissimum*, als einen Selbstbefruchter: im Zimmer ganz unberührt gelassene Pflanzen trugen gute Samen; aber auch hier stehen die Geschlechtstheile so frei, dass sie leicht von Insecten berührt und die Blüthen untereinander gekreuzt werden können.

Ferner habe ich hier die an *Draba verna* und *Brassica Rapa* im Zimmer angestellten Experimente zu nennen, welche ergaben, dass bei diesen Pflanzen mit der Selbstbestäubung auch eine Selbstbefruchtung verbunden ist; vielleicht verhält sich die Sache ebenso bei mehreren anderen Cruciferen, von allen möchte ich es jedoch nicht behaupten, da, wie wir schon oben erwähnt, hier beim Aufgehen der Blüthen die Antheren sich mit ihren Rissen von der Narbe wegwenden, so dass eine Selbstbestäubung oft verhindert erscheint.

Auch bei *Datura Stramonium* kommt der Pollen unvermeidlich auf die Narbe, doch fehlen hier die Experimente zu einem sicheren Nachweise wirklicher Selbstbefruchtung; ebenso bei den Proteaceen: von diesen meinte man, dass hier eine unvermeidliche Selbstbefruchtung statt finde; schon in der Knospe öffnen sich die Antheren und der Pollen sitzt der Spitze des Griffels, der vermeintlichen Narbe, die bei *Grevillea* z. B. löffelartig ist, in der geöffneten Blüthe aufgeklebt; diese Griffelspitze ist aber nicht die eigentliche Narbe, vielmehr sitzen deren Papillen in einer Höhlung, welche nach der Oberfläche des löffelartigen Körpers eine Oeffnung hat, die mit besonderen Haaren mehr oder weniger abgesperrt ist. Zwar liegt der Pollen nun auf dem ganzen Narbenlöffel angehäuft, doch kann man nicht mit Sicher-

---

1) HILDEBRAND, Ueber die Befruchtung der *Salvia*-Arten. PRINGSHEIM's Jahrb. IV. p. 461.

heit behaupten, dass er von selbst in die eigentliche Narbenhöhle gelange, wahrscheinlich ist noch hierzu das Reiben von Insecten nöthig — doch können wir hierüber nicht entscheiden; bei uns angestellte Experimente können kaum zu einem sicheren Resultate führen, da die Proteaceen meistentheils nicht geneigt sind in unserem Klima überhaupt Früchte zu bilden.

Bei *Oxalis micrantha* wurden Früchte mit guten Samen im Zimmer erzeugt, ohne dass die Blüthen berührt worden waren; ebenso im Gewächshause bei *Oxalis sensitiva*, wo die Narben den unteren Antheren anliegen, Fig. 14. *b*, doch waren unter den so gebildeten Samen der letzteren ziemlich viele taub. Bei beiden Pflanzen liegt die Möglichkeit einer Fremdbestäubung auf der Hand.

a *b*

Fig. 14.

Noch andere Fälle der Selbstbestäubung dürfen nicht übergangen werden, welche Darwin in seinem Orchideen-Werk bespricht: obgleich die meisten Orchideen nur durch Hülfe von Insecten bestäubt werden können, wobei, wie wir oben gesehen haben, die Einrichtungen in den Blüthen die Bestäubung mit dem eigenen Pollen unmöglich machen, so bildet namentlich *Cephalanthera grandiflora*[1]) einen Ausnahmsfall, indem hier stets die Pollenkörner von der Anthere aus, und zwar schon in der Knospe, Schläuche in die Narbe treiben, und eine Ausbildung der Frucht hiervon die Folge ist. Nach Darwin's Experimenten ist aber der Ertrag an guten Samen in dem Falle, wo die Pflanzen allein der Selbstbestäubung überlassen sind bedeutend geringer, als wenn man diese dem kreuzenden Einflusse

Fig. 14. *a* Blüthe von *Citrus Aurantium*, *b* Geschlechtstheile von *Oxalis sensitiva*.

1) Darwin, Fertilisation of Orchids. p. 104.

der Insecten aussetzt. — Einen anderen Ausnahmsfall bildet *Ophrys apifera*[1]), wo die Pollinien so aus der Anthere herunterhängen, dass sie mit Leichtigkeit durch einen geringen Luftzug an die Narbe gelangen und daselbst kleben bleiben, so dass man fast ausnahmslos die Blüthen dieser *Ophrys* bestäubt findet; aber auch hier sind wie bei *Cephalanthera grandiflora* mit dieser Unvermeidlichkeit der Selbstbestäubung andere Einrichtungen verbunden, welche es möglich machen, dass Pollen von einer anderen Blüthe herbeigeführt werde. Darwin widmet diesem eigenthümlichen Ausnahmsfalle der *Ophrys apifera* unter den Orchideen eine längere Betrachtung, welche er mit folgenden Worten schliesst: »der sicherste Schluss scheint mir der zu sein, dass unter gewissen unbekannten Umständen, und vielleicht in langen Zwischenräumen ein Exemplar der *Ophrys apifera* mit einem anderen gekreuzt wird. So würden die Fortpflanzungsfunctionen dieser Pflanze mit denen anderer Orchideen in Einklang gebracht werden, und auch mit denen aller anderen Pflanzen, in so weit ich ihre Structur habe erforschen können.« — Die Angaben Crüger's[2]) von einigen Orchideen, die ohne aufzublühen Frucht tragen sollen, scheinen mir sehr der Bestätigung zu bedürfen, ich will sie daher hiermit nur erwähnt haben.

Endlich wollen wir noch ein Beispiel anführen, welches nahe an die besprochene Nutzlosigkeit der Selbstbestäubung bei *Corydalis cava* zu streifen scheint: die *Citrus*-Arten, Fig. 14. *a*, haben ihre Geschlechtstheile so gestellt, dass der Pollen unmittelbar auf die benachbarte Narbe derselben Blüthe gelangt; in Folge dieser Selbstbestäubung setzen fast alle Blüthen der in den Gewächshäusern befindlichen Orangenbäume Früchte an, welche zum Theil der Form nach zu guter Ausbildung gelangen; in diesen Früchten sind aber meistens keine guten Samen enthalten, dieselben sind entweder ganz und gar verkümmert oder doch bei ziemlicher Grösse taub und ohne Embryo — wir haben hier eine Thatsache vor uns, welche die Nach-

1) Darwin l. c. p. 63.
2) Crüger, Journ. of the Linn. Soc. VIII. 1864. p. 127 ff.

theiligkeit der Selbstbestäubung für diesen Fall andeutet, zur vollständigen Sicherheit werden wir aber erst gelangen, wenn wir an denselben Pflanzenstöcken und unter denselben äusserlichen Verhältnissen durch Fremdbestäubung gute Samen erzielt — wir können daher auf den vorliegenden Fall noch keinen grossen Werth legen.

Nach allem haben wir in dieser Abtheilung der unvermeidlich sich selbst bestäubenden Blüthen einstweilen nur eine kleine Anzahl von solchen Fällen, wo durch das Experiment erwiesen, dass mit der unvermeidlichen Selbstbestäubung auch wirkliche Selbstbefruchtung verbunden ist; in einigen Fällen sehen wir in der Anzahl und Güte der durch Selbstbestäubung erzeugten Samen den Nachtheil dieser; bei allen — und das ist uns die Hauptsache — ist neben der Selbstbestäubung die Möglichkeit der Fremdbestäubung nicht ausgeschlossen, so dass also diese Fälle nicht gegen die Annahme DARWIN's sprechen, dass hier, wenn auch nicht immer, so doch dann und wann eine Kreuzung statt finden muss — dass sie in vielen dieser Fälle wirklich nicht nur dann und wann, sondern sehr oft statt findet, lehrt uns die Beobachtung der auch diese Pflanzen häufig besuchenden Insecten.

b. Nie sich öffnende Blüthen.

Es giebt eine Anzahl von Pflanzen, welche in der Weise dimorphe Blüthen haben, dass an einem und demselben Stocke, oder verschiedenen Stöcken derselben Art, solche Blüthen vorkommen, die sich wie andere öffnen und überhaupt normal gebaut sind, und solche, welche sich nie öffnen, und bald verkümmerte, bald gar keine Blumenblätter besitzen, bei denen hingegen die Geschlechtstheile, wenigstens zum Theil, gut entwickelt sind und im Zusammenwirken gute Früchte erzeugen. H. v. MOHL führt in seiner Abhandlung über diesen Blüthendimorphismus [1]) eine ganze Reihe von hierhergehörigen Fällen an, die, wie man ersehen kann, in den verschie-

1) H. v. MOHL, Einige Beobachtungen über dimorphe Blüthen. Bot. Zeit. 1863. p. 309 ff.

densten Pflanzenfamilien (Acanthaceen, Campanulaceen, Balsamineen, Oxalideen, Leguminosen, Malpighiaceen etc.) vertheilt vorkommen. Einige der am leichtesten bei uns zu beobachtenden Arten sind *Oxalis Acetosella*, *Viola odorata* (auch andere Arten von *Oxalis* und *Viola* gehören hierher) und *Lamium amplexicaule*. Bei den ersteren entwickeln sich nach den normalen Blüthen des Frühjahrs in der vorgerückteren Jahreszeit, an Stengeln die zur Erde geneigt sind, solche, an denen die Blüthenblätter verkümmern und nebst den Kelchblättern die Geschlechtstheile fest einschliessen, so dass von aussen nichts dieselben berühren kann. Diese Geschlechtstheile, die männlichen sowohl, wie die weiblichen, sind (die männlichen wenigstens zum Theil) vollständig functionsfähig ausgebildet. Der Pollen treibt, begünstigt durch die in dem abgeschlossenen Innenraum der Blüthe herrschende Feuchtigkeit, leicht Schläuche, entweder von den Antheren aus, oder nachdem er aus diesen herausgefallen; diese Schläuche gelangen leicht zur Narbe, dringen in sie ein und veranlassen eine normale Fruchtbildung. Ganz ähnlich ist es mit den geschlossen bleibenden Blüthen von *Lamium amplexicaule*[1]), Fig. 15. *a*, *b*, nur dass diese sich im Frühjahr vor den normalen aufbrechenden Blüthen entwickeln und im Herbste, wenn die Witterung kühler geworden; in diesen geschlossenen Blüthen öffnen sich entweder die Antheren, und die aus den Rissen hervorstehenden Pollenkörner treiben ihre Schläuche nach der Narbe — oder die Antheren öffnen sich nicht, dann durch-

Fig. 15.

Fig. 15. *a* sich nie öffnende Herbstblüthe von *Lamium amplexicaule*, *b* dieselbe längs durchschnitten.

1) Walz, Bot. Zeit. 1864. p. 145.

brechen die Pollenschläuche ihre Wand, um zur Narbe zu gelangen; eine Bildung guter Früchte ist auch hier die Folge.

In diesen und den übrigen ähnlichen Fällen ist es nun offenbar, dass eine Fremdbestäubung bei diesen, immer geschlossenen Blüthen nie statt finden kann, dass eine fortwährende Selbstbefruchtung, wenn überhaupt sich Früchte bilden, zu Wege kommen muss. H. v. MOHL, welcher dieselbe Thatsache bespricht[1], benutzt die vorliegenden Fälle zu einem Angriff auf die Richtigkeit des von DARWIN erkannten Gesetzes der vermiedenen und unvortheilhaften fortwährenden Selbstbestäubung[2]. Jedenfalls ist es aber doch einleuchtend,

---

1) H. v. MOHL l. c. p. 324: »es ergiebt sich, dass die Organisation der kleinen Blüthen, der genannten Pflanzen darauf berechnet ist, dass die Ovarien derselben unter absolutem Abschlusse des Pollens anderer Blüthen durch Selbstbestäubung, durch diese aber auf eine sehr sichere Weise befruchtet werden. Es geht die Befruchtung zu einer Zeit vor sich, in welcher Staubgefässe und Pistille durch die Blüthenhüllen von der Aussenwelt vollkommen abgeschlossen sind, so dass die Befruchtung der Ovarien durch den Pollen einer anderen Blüthe zur Unmöglichkeit wird.«

2) Zwar sagt MOHL l. c. p. 325: »Wenn der Satz über die Nothwendigkeit der Kreuzung freilich so ausgedrückt wird, wie es DARWIN that, nach welchem die Thatsachen glauben lassen, dass es allgemeines Naturgesetz sei, dass kein organisches Wesen für einige Generationen sich selbst befruchte, dann liefern jene kleinen Blüthen keinen Gegenbeweis, indem ja die Pflanzen, die sie tragen, noch andere Blüthen hervorbringen, bei welchen, wenn sie auch in manchen Fällen nicht fruchtbar sind, wenigstens ausnahmsweise Fruchtbarkeit und Kreuzung durch den Pollen anderer Blüthen möglich ist.« Dennoch fährt er zur Widerlegung DARWIN's fort: »Sie liefern aber, wie die Fumariaceen« (*Corydalis cava!?*) »den Beweis, dass es Pflanzen giebt, deren Organisation Selbstbefruchtung mit Nothwendigkeit herbeiführt, und so lange herbeiführen muss, wie die Organisation, welche wir bei diesen Pflanzen als normal betrachten müssen, die gleiche bleibt. Gänzlich unzulässig ist es aber, zu Gunsten der angeblichen Allgemeinheit eines Naturgesetzes, in welche sich bestimmte Thatsachen nicht fügen wollen, zu verlangen, dass da und dort einmal, wenn auch nur in Jahrhunderten oder Jahrtausenden Ausnahmen von dem gewöhnlichen Gange der Functionen der Organe vorkommen, welche bei normaler Ausbildung nicht vorkommen können, und für deren wirkliches Vorkommen keine Beobachtung spricht. Für jenen Satz, dass nur dann und wann, wenn auch in sehr langen Zeiträumen einmal eine Befruchtung durch den Pollen und das Pistill verschiedener Blüthen vorkommen müsse, ist ein auf bestimmte Erfahrungen sich stützender Beweis ebenso unmöglich, wie eine Widerlegung, es ist lediglich Sache des Glaubens und kann eine Stütze nur in Analogien von oft sehr entfernter und zweifelhafter Art finden. Wenn DARWIN

dass bei dem gleichzeitigen Vorkommen dieser kleinen sich selbst befruchtenden Blüthen und anderer, bei denen die Kreuzung möglich ist, wenn auch nicht die Selbstbefruchtung vermieden, so doch von der Nothwendigkeit und alleinigen Möglichkeit einer fortwährend durch Selbstbefruchtung herbeigeführten geschlechtlichen Fortpflanzung dieser betreffenden Pflanzenarten nicht die Rede sein kann: wenn auch durch Selbstbefruchtung hier Nachkommen entstehen, so bieten diese Nachkommen ja sogleich wieder in den Blüthen, welche sich öffnen die Möglichkeit der Fremdbestäubung. Aber, lässt sich einwenden, diese bringen auch wieder kleine sich selbst befruchtende Blüthen hervor, und diese wieder Exemplare mit beiden Arten von Blüthen, so dass doch eine Reihe von Stöcken entsteht, welche nur durch Selbstbefruchtung hervorgebracht sind — hiergegen können wir allerdings keinen Beweis führen, dass dies nicht geschehe, aber es bleibt immer doch möglich, und wäre durch Experimente vielleicht nicht schwer festzustellen, dass diese durch fortwährende Selbstbefruchtung entstandenen Pflanzen allmählich schwächer werden, und entweder endlich ganz aussterben um den aus den grossen Blüthen erzeugten Platz zu machen, oder zuletzt nur diese grossen zur Kreuzung geeigneten Blüthen sich an den Stöcken entwickeln,

---

in Folge seiner bewundernswerthen Untersuchungen über die Orchideen« (ob in Folge hiervon allein?) »welche den einen extremen Fall bilden, in welchen Selbstbestäubung in den meisten Fällen eine Unmöglichkeit ist, ausspricht: Nature tells us in the most emphatic way, that she abhorrs perpetual self-fertilisation, so spricht unzweifelhaft die Natur durch die Bildung von Blüthen, welche das andere Extrem bilden, mit nicht geringerer Bestimmtheit aus, dass sie sich in diesen Fällen fortdauernde Befruchtung durch den eigenen Pollen zum Zwecke setzte. Warum sie bei der einen Pflanze den einen, bei der anderen den gerade entgegengesetzten Weg eingeschlagen hat, das ist noch zu ermitteln. Eine Erklärung aber, welche sich auf das eine Extrem stützt und das entgegengesetzte Extrem gar nicht beachtet, und welche damit nur die eine Hälfte der Erscheinung ins Auge fasst, kann der Wahrheit nicht entsprechen.« Diese ganze Widerlegung gegen DARWIN scheint aber nicht im Einklange zu stehen mit dem vorhergehenden Ausspruche MOHL's, dass die besprochenen Blüthen keinen Gegenbeweis gegen die Nothwendigkeit der Kreuzung abgeben können; es macht den Eindruck als ob MOHL hier solche (ob wirklich vorkommende) Fälle im Auge gehabt habe, wo eine Pflanze **nur** geschlossene, nie geöffnete Blüthen entwickelt.

und so ein Ende der fortwährenden Selbstbefruchtung gesetzt wäre — wie gesagt, ein Beweis kann zur Zeit nicht geführt werden, aber die Möglichkeit von Thatsachen, die einen solchen liefern könnten ist nicht zu leugnen. Jedenfalls ist klar, dass die Fortpflanzung und Fortexistenz dieser Gewächse nicht allein auf die fortwährende Selbstbefruchtung angewiesen und durch sie bedingt ist, ein zwingender Grund zu fortwährender Selbstbefruchtung ist nicht vorhanden. — Es sind übrigens umfassende Experimente mit diesen geschlossenen Blüthen anzustellen, dieselben bieten ein Feld der interessantesten Untersuchungen.

Eine andere Art von nie sich öffnenden Blüthen sind diejenigen, welche unter Wasser sich bestäuben und befruchten, die z. B. bei *Ranunculus aquatilis, Alisma natans, Illecebrum verticillatum, Subularia aquatica* und anderen bisweilen vorkommen; hier ist eine Selbstbefruchtung, wenn überhaupt eine Befruchtung eintritt, ganz unvermeidlich; durch das Wasser ist eine Blüthe von der anderen getrennt[1]), ihre Bestäubung geschieht in dem kleinen Luftraume, welcher sich zwischen den geschlossenen Blüthenhüllen gebildet hat. Bei diesen Arten liegt es aber gleichfalls, wie bei den so eben besprochenen, auf der Hand, dass sie nicht fortdauernd durch diese Selbstbefruchtung sich fortpflanzen müssen, da dieselbe meist nur zufällig statt hat, wenn das Wasser zu tief ist, und die Pflanzen mit den Blüthen nicht die Oberfläche desselben erreichen können — Regel ist bei allen diesen Pflanzen, dass ihre Blüthen in freier Luft sich öffnen, und also ihre Geschlechter der Kreuzung ausgesetzt werden. Ueberhaupt ist bei den meisten Wasserpflanzen, die ganz untergetaucht wachsen eine fortwährende Selbstbefruchtung dadurch vermieden, dass ihre Blüthen, die ja ganz gut unter dem Wasser, in der Weise wie es ausnahmsweise bei *Ranunculus aquatilis* etc. vorkommt, sich befruchten könnten, dieses durchaus nicht thun, sondern durch einen besonderen Mechanismus an die Oberfläche des Wassers

1) *Zostera marina*, wo mehrere Blüthen in einer Scheide vereinigt sind, kommt hier also nicht in Betracht.

und an die Luft sich erheben; wir erinnern nur an die Blüthen von *Utricularia.*

Im Hinblick auf beide Fälle unvermeidlicher Selbstbefruchtung: bei den kleinen Blüthen von *Oxalis, Viola* etc. und bei den unter Wasser sich befruchtenden von *Ranunculus* etc. können wir sagen, dass auch diese Fälle keinen Gegenbeweis dagegen liefern, dass es keine Pflanze giebt, welche sich fortdauernd allein durch Selbstbefruchtung fortpflanzen müsse.

Endlich kommen wir nun zu dem einen Fall, welcher nach dem, was wir bis jetzt über ihn wissen, eine Ausnahme davon zu machen scheint, dass bei keiner Pflanze die Nothwendigkeit einer Selbstbefruchtung sich findet; es ist dies die Befruchtungsweise von *Oryza clandestina A. Br.* (*Leersia oryzoides Sw.*). Nach den Beobachtungen von Duval-Jouve[1]) sind hier alle die Blüthen, welche Frucht tragen, vollständig geschlossen, während die entwickelteren Blüthen, die an der Spitze der Blüthenstände sich befinden und sich öffnen, keine Samen liefern. Auch Darwin[2]) hat Experimente gemacht, welche es bestätigen, dass die kleinen geschlossenen Blüthen sich selbst befruchten; bei den Exemplaren Darwin's kamen aber keine vollkommenen sich öffnenden Blüthen zum Vorscheine. Dieser Umstand führt mich zu der Vermuthung, dass die *Oryza clandestina* noch nicht in allen ihren Entwickelungsverhältnissen hinlänglich erforscht ist: ebenso gut, wie die Bildung geöffneter vollkommener Blüthen an einigen Exemplaren ganz ausbleiben kann, ist es auch möglich, dass sich unter anderen Umständen auch Blüthen an der Pflanze entwickeln, die sich nicht nur, wie solche ja bekannt, bloss öffnen, sondern auch Frucht tragen. Jedenfalls muss diese Pflanze länger untersucht und beobachtet werden (wie auch andere von denen man ähnliche Verhältnisse der Fortpflanzung etwa behauptet), ehe man einräumen darf, dass hier ein Fall von nothwendiger fort-

1) Douval-Jouve, Bull. de la Soc. bot. de France. X. 1863. p. 194.
2) Darwin, On Lythrum. Journ. of the Linn. Soc. VIII. 1863. p. 192.

währender Selbstbefruchtung vorliege. Mir kommt es wahrscheinlich vor, dass die *Oryza clandestina* mit *Oxalis acetosella, Lamium amplexicaule* etc. in dieselbe Abtheilung von Pflanzen mit dimorphen Blüthen gehören möge; keineswegs kann sie nach den bis jetzt gemachten Beobachtungen als eine wirkliche Ausnahme von unserem Gesetz hingestellt werden. Und wenn sie auch eine wirkliche Ausnahme wäre, sollte durch diesen einen Fall — und mag man auch noch die so eben besprochenen dimorphen Blüthen hinzuziehen — das ganze Gesetz umgestossen werden, welches bei den meisten Blüthen uns so offen entgegentritt!

Wollen wir nun einen allgemeinen Blick zurückwerfen auf alle die Thatsachen, welche wir bei den Phanerogamen für das Gesetz der vermiedenen und unvortheilhaften stetigen Selbstbefruchtung angeführt haben, so wird dies am leichtesten geschehen, wenn wir uns noch einmal die Eintheilung der Blüthen, nach welcher wir das Ganze behandelt haben, in ihren Hauptzügen vergegenwärtigen — wir glauben, dass sich kaum eine Blüthenpflanze finden dürfte, welche nicht in eine oder die andere unserer Classen passte:

A. Männliche und weibliche Organe getrennt, in verschiedenen Blüthen: Selbstbestäubung unmöglich, Fremdbestäubung nothwendig, durch Insecten und Wind bewerkstelligt. *Cannabis.*

B. Männliche und weibliche Organe zusammen in einer und derselben Blüthe.

1. Beide Geschlechter nacheinander entwickelt (Dichogamie), die männlichen vor den weiblichen: *Geranium pratense*, oder die weiblichen vor den männlichen: *Luzula pilosa.* Selbstbestäubung in der Natur verhindert, Fremdbestäubung durch Insecten bewerkstelligt.
2. Beide Geschlechter zugleich entwickelt.
   - *a.* Blüthen sich öffnend.
     - I. Antheren von der Narbe entfernt.
       - *α.* Griffellänge an den verschiedenen Stöcken derselben Art verschieden (Heterostylie).

Selbstbestäubung zwar nicht verhindert, aber entweder von gar keinem, *Pulmonaria officinalis*, oder nur geringem Erfolge, *Primula sinensis*, für die Fruchtbildung, gegenüber der durch Insectenhülfe stattfindenden Fremdbestäubung.

β. Alle Blüthen gleich.

○ Geschlechtsorgane während der Blüthezeit in ihrer gegenseitigen Lage sich ändernd:
Selbstbestäubung vermieden, Fremdbestäubung durch Insecten begünstigt. *Anoda hastata.*

○○ Geschlechtsorgane während der Blüthezeit in unveränderter Lage.

† Insectenhülfe zur Bestäubung nöthig:
zum Theil Selbstbestäubung unmöglich, Fremdbestäubung nöthig: *Orchideen,*
oder Selbstbestäubung möglich aber nicht nothwendig, Fremdbestäubung wahrscheinlicher: *Asclepiadeen.*

†† Insectenhülfe zur Bestäubung nicht nöthig.
Selbstbestäubung möglich, aber auch Fremdbestäubung durch Insecten vollzogen.

II. Antheren der Narbe anliegend, Selbstbestäubung unvermeidlich.

* es erfolgt keine Fruchtbildung ohne Fremdbestäubung, durch Insecten vollzogen: *Corydalis cava.*

** es erfolgt Fruchtbildung, aber Fremdbestäubung durch Insecten nicht ausgeschlossen: *Linum usitatissimum.*

b. Blüthen sich nie öffnend:
es erfolgt nur Selbstbefruchtung, jede Fremdbestäubung ausgeschlossen; aber diese Pflanzen haben alle noch andere sich öffnende, der Fremdbestäubung ausgesetzte Blüthen: *Oxalis acetosella.*

Aus dieser Uebersicht ergiebt sich zusammen mit einigen oben angegebenen Einzelheiten Folgendes:

1. Die Einrichtungen in den meisten Blüthen sind derartig, dass keine Selbstbestäubung statt findet, sondern eine Uebertragung des Pollens von Blüthe zu Blüthe bewerkstelligt wird.

2. Zu dieser Uebertragung sind in den meisten Fällen die Insecten nothwendig.

3. Aus der verhinderten Selbstbestäubung geht nothwendig die verhinderte Selbstbefruchtung hervor.

4. In den Fällen, wo eine Selbstbestäubung möglich ist, oder sogar unvermeidlich, wird dadurch die Möglichkeit der Fremdbestäubung der Blüthen meistentheils nicht ausgeschlossen.

5. Auch in diesen Fällen sind die Insecten thätig und bewerkstelligen die Fremdbestäubung der Blüthen.

6. Es giebt wahrscheinlich keine Blüthenpflanze, bei der die Fremdbestäubung, wenigstens bei einem Theile ihrer Blüthen, unmöglich wäre, die stetige Selbstbestäubung allein möglich — daher keine Blüthenpflanze, welche einen Gegenbeweis liefert gegen das Gesetz der vermiedenen stetigen Selbstbestäubung und Selbstbefruchtung.

7. Durch Experimente sind Fälle bewiesen, wo bei unvermeidlicher oder künstlich erzeugter Selbstbestäubung doch keine Selbstbefruchtung eintritt, oder, wenn dies der Fall, doch der Samenertrag ein geringerer ist, als bei der Fremdbestäubung: eine Thatsache, welche dem eben genannten Gesetze entspricht.

8. Es lässt sich eine Stufenleiter aufstellen, ausgehend von solchen Fällen, wo Selbstbestäubung und daher auch Selbstbefruchtung durchaus unmöglich, bis zu solchen wo sie zwar möglich, auch thatsächlich, aber nicht ohne Ausschluss der Möglichkeit einer Fremdbestäubung der Blüthen.

9. Die Form der Geschlechtervertheilung und der Befruchtungsart kehrt sich nicht immer an die morphologische Verwandtschaft der Blüthen: es sind bei einzelnen Familien alle Glieder in den geschlechtlichen Verhältnissen gleich; andere Familien giebt es hingegen, sogar selbst Gattungen, die in ihren Arten in der genannten

Beziehung durchaus von einander abweichen. Die geschlechtlichen Verhältnisse haben sich also nicht in gleichem Schritte und in gleicher Weise wie die morphologischen Verhältnisse bei der Umwandelung und Fortbildung der Blüthenpflanzen entwickelt.

Vergeblich sucht man nach einem triftigen Grunde um das Gesetz der vermiedenen und unvortheilhaften stetigen Selbstbefruchtung, als nicht existirend darstellen zu können, welches Gesetz uns namentlich so deutlich aus den vielen Fällen entgegenleuchtet, wo die Selbstbestäubung durch die Einrichtungen in den Blüthen unmöglich gemacht ist. Der Einwand, dass bei einem solchen Gesetze die Bildung der Zwitterblüthen eine widersinnige sei, wird leicht dadurch beseitigt, wenn man bedenkt, dass gerade diese Vereinigung der Geschlechter in einer Blüthe bei der hinzutretenden Thätigkeit der Insecten die leichte Kreuzung der Blüthen sichert; nur eine vorgefasste Meinung ist es zu nennen, dass männliche und weibliche Organe deshalb in einer Blüthe vereinigt seien, damit sie beide zusammen Nachkommenschaft erzeugten; ebenso gut könnte man bei Zwitterschnecken zum Beispiel annehmen, dass sie zum Behufe der Selbstbefruchtung zwittrig seien. — Um die Geschlechtlichkeit der Pflanzen nachzuweisen setzte man in jener Zeit, wo hierüber überhaupt noch gestritten werden konnte, alles daran zu zeigen, dass der Pollen in Zwitterblüthen auf die Narbe derselben Blüthe gelange; natürlich setzte sich dadurch vielfach der Glaube an die Selbstbefruchtung der Zwitterblüthen so fest, dass es schwierig ist denselben aufzugeben und gerade das Gegentheil von dem zuzugestehen, was man bewiesen zu haben glaubte. Die Geschlechtlichkeit der Pflanzen ist heut zu Tage so über alle Bedenken erhaben, und niemand wird mit Recht an ihr zweifeln können, wenn auch die trügerische Stütze der aus den Zwitterblüthen genommenen Beweise fällt.

Endlich möchten wir noch darauf aufmerksam machen, dass im Verlaufe unserer ganzen Uebersicht der Blüthen, deren Hauptzweck die Anregung zu weiteren Forschungen auf diesem Gebiete sein soll, manche Dinge berührt sind, welche noch weiterer Arbeiten und umfassender Experimente bedürfen: Eine Classe der wichtigsten Expe-

rimente, die aber Jahre in Anspruch nehmen, ist namentlich noch anzustellen: es sind nämlich an mehreren Pflanzenarten Versuche zu machen, in wie weit eine fortwährende Selbstbefruchtung, oder Verwandtenbefruchtung an Diklinen z. B. am Hanf, durch Generationen fortgesetzt, einen Einfluss auf die Nachkommenschaft hat, im Verhältniss zu der durch fortwährende Fremdbefruchtung erzeugten Nachkommenschaft[1]) — es steht zu erwarten, dass auch hier sich Resultate ergeben werden, welche für die Richtigkeit der Behauptung sprechen: dass die in der überwiegenden Mehrzahl der Blüthenpflanzen vermiedene Selbstbestäubung und Selbstbefruchtung ihren Grund hat in der Nachtheiligkeit derselben für die Fruchtbildung und die daraus erzeugte Nachkommenschaft!

---

1) Auch CASPARY verlangt in einem in den Schriften der Physikalisch-ökonomischen Gesellschaft in Königsberg, 1865, p. 18 ff. gedruckten Vortrage, wie ich soeben sehe, diese Experimente zum Beweise des von DARWIN vertretenen Gesetzes. CASPARY ist im allgemeinen gegen DARWIN's Ansicht und führt dagegen die Erfahrungen an *Victoria regia*, *Euryale ferox* und *Nymphaea blanda* an, die seit Jahren in den Gärten durch Bestäubung jeder Blüthe mit ihrem eigenen Pollen fortgepflanzt sind. Wie CASPARY eingesteht sind diese Fälle gegen DARWIN kein strenger Gegenbeweis, der ja überhaupt nicht gegeben werden kann, auch ist der Umstand nicht berücksichtigt, dass keine Vergleiche hier angestellt worden, zwischen dem Samenertrag bei diesen selbstbestäubten Pflanzen und einem solchen, welchen diese bei Fremdbestäubung gaben. Es scheint mir überhaupt bei der Unmöglichkeit eines Gegenbeweises gegen DARWIN, wie bei seiner ganzen Theorie von der Entstehung der Arten, so auch hier das Hauptmerk darauf gerichtet werden zu müssen — was wir auch im Vorhergehenden gethan — ob die Mehrzahl der Erscheinungen für die von einem mit umfangreichen Kenntnissen versehenen tiefen Denker erkannten Gesetze spricht und ihnen eine Grundlage giebt, oder ob die Fülle der Thatsachen den angenommenen Gesetzen zuwider ist.

II. Cryptogamen.

Bei dem vorausgehenden Ueberblick der geschlechtlichen Erscheinungen haben wir nur die Blüthenpflanzen im Auge gehabt; es liegt die Frage nahe, ob das Gesetz der vermiedenen stetigen Selbstbefruchtung[1]) auch in dem Reiche der Cryptogamen seine Geltung habe. So weit wir bis jetzt hier die Befruchtungsorgane und ihr Zusammenwirken kennen, müssen wir diese Frage mit ja beantworten, und zwar tritt hier in den meisten Fällen die Unmöglichkeit oder die Vermeidung der Selbstbefruchtung (dies Wort analog der Selbstbefruchtung der phanerogamen Blüthen genommen, also nicht Selbstbefruchtung der Pflanzenstöcke) schärfer in die Augen, als bei der Mehrzahl der Phanerogamen, wie überhaupt in Bezug auf die Fortpflanzungserscheinungen die Cryptogamen dem Thierreich, in welchem unser Gesetz am ausgesprochensten ist, näher stehen, als die Phanerogamen. Nur wenige Worte wollen wir den einzelnen Abtheilungen der Cryptogamen widmen.

Bei den Marsileaceen sind durchweg die Geschlechter getrennt, die kleinen Sporen, in welchen die Samenkörper sich bilden, finden sich in anderen Behältern, als die grossen Sporen aus welchen das weibliche Organ entsteht. Die Vereinigung dieser Behälter mit grossen und kleinen Sporen in einer und derselben Hülle bei *Pilularia* und *Marsilea* wird wohl Niemand einer Zwitterblüthe vergleichen wollen, vielmehr haben wir hier eine dem Monoecismus bei den Phanerogamen analoge Bildung, so dass eine Selbstbefruchtung unmöglich; und selbst wenn man hier durchaus einen Vergleich mit Zwitterblüthen anstellen will, so ist auch bei dieser Betrachtungsweise die Möglichkeit einer Kreuzung nicht ausgeschlossen — wenn auch nach Hanstein's Beobachtungen bei *Pilularia* die Befruchtung

1) Von ihrer Nachtheiligkeit können wir hier bei vollständigem Mangel der Experimente nichts sagen.

gewöhnlich in dem unversehrten und unvermischten Gallerttropfen einer einzelnen Sporenfrucht vor sich zu gehen pflegt. Bei *Salvinia* gar, wo die einen Früchte nur Sporangien mit grossen (weiblichen) Sporen enthalten, die anderen solche mit kleinen (männlichen), ist eine Selbstbefruchtung bei keiner Betrachtungsweise möglich; an einen Vergleich des ganzen Fruchtstandes an einem Wurzelblatte von *Salvinia* mit einer phanerogamen Zwitterblüthe wird schwerlich Jemand denken.

Auf einen interessanten Punct bei der Fortpflanzung der Marsileaceen möchte ich hier noch aufmerksam machen, nämlich auf den Zusammenhang, welcher in der Vertheilung der grossen und kleinen Sporen und in der Bildung der Prothallien liegt: bei *Pilularia* und *Marsilea* sind grosse und kleine Sporen in einer Sporenfrucht vereinigt, auf dem sumpfigen Boden platzen diese Früchte auf, und beide Sporenarten bleiben dicht bei einander; das Archegonium, welches sich constant als einziges auf dem Prothallium der grossen Spore bildet, kann also leicht von den aus den nahen kleinen Sporen sich entwickelnden Samenkörpern erreicht und befruchtet werden — eine Bildung von mehreren Archegonien auf einem Prothallium scheint hiernach überflüssig. Anders bei *Salvinia:* hier sind die beiden Sporenarten in verschiedenen Früchten getrennt, diese Früchte können, da die Pflanze nicht wie *Pilularia* und *Marsilea* im Sumpfe wächst, sondern auf dem Wasser schwimmt, von diesem weit auseinander getrieben werden, die Wahrscheinlichkeit ist also nicht gross, dass zu einem einzig auf dem Prothallium der grossen Sporen entwickelten Archegonium sich sogleich befruchtende Samenkörper aus einer kleinen Spore finden werden — compensirt wird dieser Nachtheil aber dadurch, dass hintereinander sich mehrere Archegonien auf dem Prothallium der *Salvinia* entwickeln können, also eine längere Zeit gegeben ist, während welcher auf diesem Prothallium die Befruchtung statt finden kann. Wir sehen also auf der einen Seite bei Leichtigkeit der Befruchtung nur ein Archegonium auf dem Prothallium, auf der anderen Seite bei erschwerten Umständen der Befruchtung, deren eine grössere Anzahl.

Bei den Lycopodiaceen liegt, so weit wir hier die geschlechtliche Fortpflanzung kennen, die Unmöglichkeit der Selbstbefruchtung auf der Hand, indem hier stets die Sporangien mit kleinen (männlichen) und die mit grossen (weiblichen) Sporen getrennt sind, immer jedes Sporangium allein in der Achsel eines Blattes. Ein Vergleich der Sporangienstände mit phanerogamen Zwitterblüthen ist ganz unzulässig.

Auch bei den Farnkräutern und Equisetaceen ist die Selbstbefruchtung, einer Selbstbefruchtung der phanerogamen Zwitterblüthen entsprechend, unmöglich. In dem Falle, wo sich, wie bei einigen Arten von *Equisetum* und auch Farnkräutern, auf dem einen Prothallium nur männliche, auf dem anderen nur weibliche Organe entwickeln, ist gegen die Nothwendigkeit der Fremdbefruchtung nicht das geringste einzuwenden, wir haben hier einen reinen Diöcismus vor uns; wo hingegen, wie bei vielen Farnkräutern, Archegonien und Antheridien auf einem und demselben Prothallium sich finden, könnte man ein solches als analog einer Zwitterblüthe betrachten; dies ist aber unserer Ansicht nach durchaus unstatthaft, sondern die Vertheilung der beiden Geschlechter des weiblichen um die Ausrandung des Prothallium herum, des männlichen an einer mehr oder weniger entfernten Stelle des gegenüberliegenden Randes und um die Wurzel herum ist analog dem Monöcismus bei den Phanerogamen — also eine Selbstbefruchtung unmöglich. Ausserdem wachsen auch die Farnkrautprothallien so nahe aneinander, dass dadurch, wenn man an dem einzelnen Prothallium als Zwitterblüthe fest halten will, eine Befruchtung zwischen den verschiedenen Prothallien sehr begünstigt ist. Uebrigens ist auch vielfach die Entwickelung beider Geschlechter auf einem Prothallium nicht gleichzeitig[1]: zuerst erscheinen die Antheridien allein, dann, während diese noch fortfahren sich von neuem zu entwickeln, die Archegonien; endlich hört die Entwickelung von Antheridien auf und nur

---

1) Hofmeister, Beiträge zur Kenntniss der Gefässkryptogamen. Abh. der k. sächs. Ges. der Wiss. V. 1857. p. 605.

die von Archegonien findet statt; diese letzteren können dann von den ersten Antheridien der zwischen den alten Prothallien aufwachsenden jüngeren befruchtet werden.

Bei den Moosen nun gar ist die Trennung der Geschlechter in den meisten Fällen eine so ausgesprochene, dass von einer Selbstbefruchtung hier nicht im entferntesten die Rede sein kann: die sogenannten Moosblüthen sind meist entweder rein weiblich, aus Archegonien gebildet, oder rein männlich, aus Antheridien zusammengesetzt; entweder sind beide Blüthenarten auf einer Moospflanze, also ein Monöcismus, oder getrennt auf verschiedenen Pflanzen, ein Diöcismus; eine Vereinigung der Blüthen ist hier also durchaus zur Fruchtbildung nothwendig. Nur in wenigen Fällen stehen bei Moosen, z. B. bei einigen *Bryum*-Arten, die Antheridien und Archegonien in einer gemeinsamen Hülle; bei diesen kommen wir auf die schwierig zu beantwortende Frage, ob wir eine solche Vereinigung von beiderlei Geschlechtern einer zusammengesetzten Compositenblüthe vergleichen sollen oder einer einfachen, etwa einer Ranunculacee: im ersten Falle wäre hier eine Fremdbefruchtung der Blüthen nothwendig, im letzteren eine Selbstbefruchtung wahrscheinlich — meiner Ansicht nach kann man für die eine ebensowenig wie für die andere dieser Betrachtungsweisen schlagende Gründe beibringen, so dass diese Art der Moosblüthen keinen entscheidenden Beweis für oder wider die Nothwendigkeit der Selbstbefruchtung abgeben kann. — Einige *Bryum*-Arten haben zugleich sogenannte Zwitterblüthen und auf besonderen Wurzelschösslingen kleine, rein männliche.

An den Characeen dürfen wir wohl jedes Archegonium einer weiblichen Blüthe der Phanerogamen, jedes Antheridium einer männlichen vergleichen, dann haben wir hier nur monöcische und diöcische Vertheilung der Geschlechter, so dass keine Selbstbefruchtung möglich. Selbst wenn bei den monöcischen Arten man die Antheridien mit den in ihrer Nähe befindlichen Archegonien als Zwitterblüthe ansehen wollte, würde man doch nicht auf einer Selbstbefruchtung bestehen können, vielmehr scheint hier bei dieser Betrach-

tungsweise eine protandrische Dichogamie vorzukommen, indem die Antheridien, den in der Nähe befindlichen Archegonien in ihrer Entwickelung (ob immer?) vorauseilen; hiernach wird es wahrscheinlich, dass die später entwickelten Archegonien von den weiter oben am Stamme stehenden oder an einer anderen, jüngeren Pflanze befindlichen Antheridien befruchtet werden. Diese Verhältnisse sind noch näher zu untersuchen.

Die Flechten müssen wir übergehen, da von einer geschlechtlichen Fortpflanzung hier noch nichts sicheres bekannt ist.

Was wir hingegen von der geschlechtlichen Fortpflanzung der Algen wissen, spricht grösstentheils nicht wenig für das Gesetz der Fremdbefruchtung; es wird hier aber in vielen Fällen äusserst schwer die Analogien mit phanerogamen Blüthen festzustellen, z. B. bei einer *Vaucheria* zu sagen, ob das Hörnchen einer Anthere oder einer ganzen männlichen Blüthe entspricht, und die Archegonien einem Pistill oder einer weiblichen Blüthe, so dass wir einem, der an der Analogie dieser Fälle mit einer phanerogamen Zwitterblüthe festhalten will, meistens nicht von der Nothwendigkeit einer Fremdbefruchtung überzeugen können. — Die Florideen sind in ihren geschlechtlichen Verhältnissen erst seit Kurzem von Thuret und Bornet[1]) erkannt, sie sind monöcisch oder diöcisch, hingegen ist bei den Fucoideen der Vorgang der Befruchtung (schon seit längerer Zeit) deutlich beobachtet: bei *Fucus vesiculosus* und *serratus* zum Beispiel haben wir eine offenbare Diöcie, bei *Fucus platycarpus* und *Halydris siliquosa* nach unserer Ansicht eine Monöcie; man wird bei diesen letzteren schwerlich die Höhlungen, in denen sich die männlichen und weiblichen Organe zusammenfinden mit Zwitterblüthen vergleichen können, und sollte dies dennoch geschehen, so ist doch durch das Wasser, welches den Inhalt der verschiedenen Höhlungen zusammenschwemmt, eine Fremdbefruchtung möglich. — Von grossem Interesse sind die Fortpflanzungsarten bei den Oedogonien, bei denen allen gleichfalls

1) Comptes Rendus 1866. p. 444.

keine Selbstbefruchtung möglich ist: wir haben hier eine ganz ausgesprochene Diöcie und Monöcie und dazwischen noch eine merkwürdige Art der Geschlechtervertheilung, von Pringsheim gynandrosporische genannt, bei welcher aus einer besonderen Art von Zoosporen, welche sich an die weibliche Pflanze ansetzen, kleine männliche Pflanzen sich entwickeln; in allen drei Fällen ist von Selbstbefruchtung nicht die Rede. — Besonders interessant ist *Vaucheria* für uns, indem hier männliche und weibliche Organe so nahe beisammen stehen, dass man diese Vereinigung mit einer Zwitterblüthe vergleichen könnte; aber auch bei dieser Betrachtungsweise ist eine Selbstbefruchtung nicht immer nothwendig, im Gegentheil manchmal sogar offenbar vermieden: es sind nämlich die Hörnchen, bei den Arten, wo sie gewunden sind, mit ihrer Spitze meist so gerichtet, dass diese von der Oeffnung der Eizelle abgewandt liegt, so dass die aus ihnen hervortretenden Samenkörper nicht direct auf die Oeffnung dieser benachbarten Eizelle lossteuern können — dieser Umstand erschwert die Beobachtung sehr, und kann, wenn es jetzt noch einen Leugner der Pflanzengeschlechtlichkeit giebt, dazu angewandt werden, um die Unmöglichkeit der Befruchtung in diesem Falle zu befürworten; es würde ihm aber hier gerade so gehen wie Henschel, der durch Gegenbeweise gegen die Selbstbefruchtung die Befruchtung überhaupt widerlegt zu haben glaubte, während er doch nur Beweise für die vermiedene Selbstbefruchtung beibrachte.

Die bis jetzt von den Pilzen bekannten Vorgänge der Befruchtung gleichen zum Theil sehr den von den Algen so eben besprochenen; besonders ist die geschlechtliche Fortpflanzung der Saprolegnieen erforscht: hier haben wir ähnlich den Oedogonien mehrere Arten der Geschlechtervertheilung, wie monöcische Arten, diöcische und gynandrosporische, also auch hier keine Selbstbefruchtung möglich. — Ueberhaupt möchten wir für die Frage, was bei Algen und Pilzen, überhaupt bei den Cryptogamen, der phanerogamen Blüthe zu vergleichen sei, darauf aufmerksam machen, dass bei den Cryptogamen, je einfacher sie sind, desto mehr die einzelne Zelle ganzen Zellcomplexen bei den Phanerogamen entspricht, so dass die Vergleichung

eines einzelligen Antheridiums oder Oogoniums mit einer männlichen oder weiblichen phanerogamen Blüthe nicht so gar widersinnig erscheint.

Sehen wir auf das Wenige zurück, was wir über die Geschlechtervertheilung bei den Cryptogamen zu sagen vermögen, so müssen wir zugeben, dass hier in ganz auffallender Weise die Selbstbefruchtung, analog der Selbstbefruchtung phanerogamer Zwitterblüthen, vermieden ist; in den meisten Fällen ist bei der vorherrschenden Diöcie sogar nicht einmal die Selbstbefruchtung der Pflanzenstöcke möglich.

Aus dieser so deutlich ausgesprochenen Vermeidung der Selbstbefruchtung bei den Cryptogamen, welche bei der Entwickelung des Pflanzenreiches den Phanerogamen vorausgingen, erkennen wir das Alter unseres Gesetzes. Schon zur Zeit der ersten Anfänge des Pflanzenreiches hatte dasselbe seine Geltung, unter seiner Herrschaft bildeten sich alle die eigenthümlichen Verschiedenheiten der Geschlechtervertheilung an unserer heutigen Blüthenwelt, wie wir sie im ersten Theil unserer Besprechung dargestellt haben, welche uns deutlich sagen: keine Pflanze — wir wagen zu verallgemeinern — kein organisches Wesen, welches geschlechtlich sich fortzupflanzen vermag, ist zur Nothwendigkeit einer stetigen Selbstbefruchtung verurtheilt; über allen regiert ein Gesetz, welches das Hingeben vom Eigenen und Nehmen vom Fremden nicht nur begünstigt, sondern sogar oft, vielleicht überall, für eine gedeihliche Fortpflanzung und Fortbildung zur Bedingung macht!

Bonn, im December 1866.

Register.

Berichtigung:

Seite 53 Zeile 11 von unten lies *apifera* statt *Arachnites*.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.